



شوال ١٤٣٠هـ/ أكتوبر ٢٠٠٩م
مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
السنة (٢٣) العدد (٩٢)

تقنيات حيوية

(الجزء الأول)

الجينوم والبروتيوم

المعلوماتية الحيوية

الحيوية الطبية

ISSN 1017 3056

المراسلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص ب ٦٠٨٦ ـ رمز بريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
هاتف ٤٨٨٣٥٥٥ ـ فاكس ٤٨١٣٣١٣

Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

jscitech@kacst.edu.sa
www.kacst.edu.sa

منهاج النشر

أعزاءنا القراء:

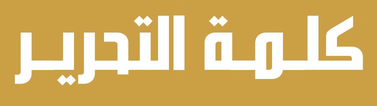
يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة:

- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها.
- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوّق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال.
- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال.
- أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة.
- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها.
- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
- المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها.
- يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية لاتتجاوز ١٠٠٠ ريال .

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها



محتويات العدد



قراءنا الأعزاء

خلق الله الكائنات الحية بمختلف أحجامها وأشكالها وأنواعها من وحدات بنائية صغيرة هي الخلايا، وقد أودع الخالق سبحانه وتعالى في هذه الخلايا جميع أسرار الكائن الحي لما تحتويه نواتها من أجزاء دقيقة تعرف بالصبغيات والتي تتكون بدورها من آلاف المورثات. تمثل تلك المورثات السجل الكامل للكائن الحي.

قراءنا الأعزاء

ظهر خلال القرن الماضي علم جديد يبحث في مكونات الخلية الحية، ومكوناتها الدقيقة، ويغوص في أعماقها، ويفك أسرارها؛ أطلق عليه «التقنية الحيوية»، والتي عرفها العلماء بأنها مجموعة من التقنيات العلمية المختلفة التي تستخدم لتسخير الخلايا أو الكائنات الحية أو مواد منها لصنع أو تعديل أو تحسين منتج معين، أو لتطوير أو تحوير كائنات حية لاستخدامات معينة ذات قيمة وفائدة للإنسان.

برز هذا العلم وتطور بشكل سريع ومذهل خلال العشرين سنة الماضية، وقد بلغ أوجه عندما اكتمل مشروع الجينوم خلال الأعوام القليلة الماضية، والذي سيساعد بإذن الله على تحسين نوع الكائن الحي من حيث: القضاء على الأمراض الوراثية، والمحافظة على الصحة العامة، وتحسين الخدمات الصيدلانية؛ والإنتاجية الغذائية والزراعية؛ والبيئة والمحافظة عليها؛ وغيرها كثير.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

برنامج التقنية الحيوية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية



ساهمت تطبيقات التقنية الحيوية ولا تزال في تطوير العديد من المجالات التنموية مثل الزراعة والصناعة، كما قدمت الحلول العملية لكثير من المشاكل البيئية مثل التخلص من الملوثات البيئية وإعادة تدوير المخلفات ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها.

ولأهمية التقنية الحيوية فقد سعت كثير من الدول لخوض غمار هذا المجال، ووضع خطط قريبة وطويلة المدى لتحصيل أكبر قدر من فوائدها الاقتصادية، والصحية، والزراعية، والبيئية. بالإضافة لحل كثير من المشاكل التي تواجهها تلك الدول. ولاشك أن المملكة العربية السعودية كغيرها من الدول لها مشاكلها الخاصة الصحية والزراعية والبيئية والتي يمكن أن تسهم التقنية الحيوية - في حال دعم الباحثين العاملين في هذا المجال - إلى علاج الكثير من تلك المشاكل. مما يكون له - بإذن الله - الأثر في التحسين النوعي والاقتصادي على المستوى الوطني.

وبناءً على هذه المنطلقات أنشأت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** في عام ١٤٢٣هـ برنامج التقنية الحيوية والهندسة الوراثية كأحد البرامج التابعة لمعهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة، وذلك سعيا لنقل هذه التقنيات وتطبيقها في المملكة، بغرض دعم وتطوير الإنتاج الزراعي والحيواني والصناعي وللمساهمة في إيجاد حلول للمشاكل الصحية والبيئية وإعادة تدوير المخلفات الزراعية والصناعية، وليكون نواة لمشروع أبحاث التقنيات الحيوية.

أهداف البرنامج

يهدف برنامج التقنية الحيوية **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** إلى ما يلي:-

الأهداف العامة

من أهم الأهداف العامة للبرنامج ما يلي:-

١- الإسهام لتحقيق الفائدة القصوى من هذا التخصص في علاج المشاكل المحلية والوطنية ودفع الاقتصاد الوطني في مجال الإنتاج الزراعي من خلال إجراء بحوث أساسية على الكائنات الحية (مثل: الأسماك، والنخيل، والمحاصيل، والأغنام، والإبل).

٢- حل المشاكل ذات الأولوية الوطنية في المجال الصناعي والبيئي (كالتخلص من النفايات).

٣- توطين التقنيات الحيوية بالمملكة عن طريق إعداد كوادر علمية مؤهلة وإنشاء قاعدة بيانات متخصصة في مجال التقنية الحيوية والهندسة الوراثية.

٤- وضع الخطط المستقبلية للتقنية الحيوية في المملكة، وذلك بالتعاون مع الجهات ذات العلاقة (الجهات العلمية والقطاع الخاص) في مجال الدراسات الاستشارية ودراسات الجدوى.

الأهداف الإستراتيجية

من أهم الأهداف الإستراتيجية للبرنامج ما يلي:-

١- نقل وتوطين أحدث التقنيات الحيوية العالمية المناسبة.

٢- توفير البيئة المناسبة للتميز والإبداع والاستثمار في مجالات التقنية الحيوية.

٣- تأهيل وتدريب الكوادر الوطنية في علوم التقنية الحيوية.

٤- توجيه تطبيقات التقنية الحيوية بما يحقق الأمن الصحي والغذائي.

٥- المحافظة على الأصول الوراثية وتطويرها واستدامتها.

٦- المحافظة على الموارد البيئية وإنمائها باستخدام التقنيات الحيوية المناسبة.

٧- ترسيخ مفهوم العلاقة بين برامج التقنية الحيوية والمجتمع.

أنشطة البرنامج

من أهم أنشطة برنامج التقنية الحيوية بالمدينة ما يلي:-

١- رسم وتوجيه وتطوير السياسات الوطنية في مجالات التقنيات الحيوية.

٢- إجراء البحوث الوطنية والتطبيقية في المجالات التي يمكن فيها توظيف التقنيات الحيوية لتطوير القطاعات المختلفة كالصحة، الزراعة، الصناعة، والبيئة.

٣- التنسيق مع القطاعات البحثية والعلمية الوطنية لاستحثاث التعاون في البحث والتطوير في مجالات التقنيات الحيوية.

٤- تلافي الازدواجية في أنشطة القطاعات المختلفة.

٥- تأسيس قاعدة بيانات وطنية لحصر الإمكانات العلمية والفنية المتعلقة بالتقنيات الحيوية، بما في ذلك الكوادر العلمية.

٦- تبني وتنسيق برامج تعاون علمي وبحثي مع القطاعات المتخصصة محلياً وعالميا.

٧- وضع آليات لاستفادة القطاع العام والخاص المحلي من نتائج الأنشطة العلمية والأبحاث في مجالات التقنيات الحيوية.

٨- تكوين مجاميع عمل استشارية لحل المشاكل التي تواجه الإنسان والبيئة المحلية في مجالات الصحة، والغذاء، والزراعة، والبيئة من خلال بعض تطبيقات التقنيات الحيوية.

٩- تمثيل المملكة في المنظمات والمناشط العلمية العالمية.

١٠- تبني بعض الأنشطة التدريبية وإقامة الندوات والمؤتمرات.

الأبحاث والمشروعات المشتركة

تمكن البرنامج من التعاون مع الهيئات الوطنية سواء من القطاع الخاص أو الجهات الحكومية أو مع الجهات الدولية ذات العلاقة بهذا المجال لتنفيذ العديد من الأبحاث العلمية والمشروعات المشتركة، من أهمها:-

- الانسال الوراثي (Gene Cloning) ويستخدم

لزيادة الإنتاج الحيواني وزيادة الحجم وزيادة إنتاج الحليب. وذلك بإجراء تجارب على الأبقار والإبل والأغنام النجدية كموارد محلية في المملكة.

- نقل المورثات (Gene Transfer) تستخدم لدراسة وظائف المورثات وللتحسين الوراثي للنباتات
- تأشيب الدنا (Recombinant DNA Technology) ويهدف إلى إنتاج اللقاحات المصنعة (Synthetic vaccines) لمقاومة الأمراض المستوطنة، وتفادي الأعراض الجانبية لاستخدام اللقاحات المنتجة بالطرق التقليدية، وكذلك لإنتاج العقاقير الطبية.
- البصمة الوراثية (DNA fingerprint Techniques) وتستخدم للتمييز بين أصناف الكائن الحي الواحد المختلفة في بعض الصفات الوراثية.
- المصفوفات المجهرية (Micro Arrays) وتستخدم للدراسة السريعة لوظائف المورثات، وكذلك لدراسة التسلسل الوراثي.
- زراعة الأنسجة (Tissue Culture) وتستخدم لزراعة وتنمية الأنسجة النباتية والحيوانية.

تجهيزات البرنامج

يمتلك البرنامج عدداً من المختبرات المجهزة تجهيزاً جيداً بالأجهزة المتقدمة لإجراء الأبحاث العلمية في مجال الأحياء الجزيئية وزراعة الأنسجة والوراثة الخلوية.

١ـ **المعامل المتخصصة**: وتشمل مختبرات الأحياء الجزيئية، والأنسجة والخلايا، ومختبر المنتجات الحيوية، ومختبر المصفوفات المجهرية.

٢ـ **وحدة التجهيزات العامة** : وتشمل الوحدات التالية:ـ

- وحدة الطرد المركزي.
- وحدة التعقيم.
- حظائر حيوانات التجارب.
- غرف النمو والحفظ.
- الحقول الزراعية والبيوت المحمية.

الكوادر البشرية

يضم البرنامج ـ حالياً ـ عدد من الكوادر البشرية ذات التأهيل الممتاز، وذلك على النحو التالي:ـ

١ـ ستة عشر من حملة الدكتوراة منهم ثمانية متعاونين.
٢ـ أربعة من حملة الماجستير.
٣ـ تسعة عشر من حملة البكالريوس.
٤ـ ستة مبتعثين لنيل درجة الدكتوراة

الإنجازات

قدم المركز العديد من الإنجازات تمثلت في عدد من المشاريع البحثية والمنتجات والخدمات:

● المشاريع البحثية

من أهم المشاريع البحثية ما يلي:ـ

- مسح مورثات الورم الحبيبي.
- الكشف عن التحوير الوراثي.
- استنساخ جين الأنسولين من مورثات الجمل العربي.
- تصنيف الجمل العربي.
- مرض الدبدبة .
- استزراع وإنتاج نبات الهوهوبا.
- استزراع نبات الحطب.
- تحسين الطماطم.
- إنتاج نباتات مقاومة للمرض.

● المنتجات

نجم عن الأبحاث التي قام بها المركز تطوير وتصنيع العديد من المنتجات من أهمها:ـ

- استنساخ وإنتاج إنسولين الجمل العربي.
- بناء قاعدة بيانات لتصنيف الجمال بالبصمة الوراثية.
- بناء قاعدة بيانات لتصنيف النخيل بالبصمة الوراثية.
- استنساخ وإنتاج عقار السيانوفيرين والذي له القدرة على الحد من انتشار فيروس الإيدز.
- إنهاء المرحلة الأولى من جينوم الجمل العربي واستنساخ مورثات الجمل في مكتبات وراثية.
- تطوير جهاز (دبيب) للتنصت، واكتشاف سوسة النخيل الحمراء.
- تطوير طريقة للكشف السريع عن مرض أنفلونزا الطيور، باستخدام المادة الوراثية.
- تطوير طريقة للكشف السريع عن الأغذية المحورة وراثياً باستخدام المادة الوراثية.
- إكثار بعض أشجار وشجيرات الحطب المستوطنة، لتأهيل الصحارى بالتقنية الحيوية.
- استنساخ وإنتاج عقار الإيثروبيوتين باستخدام المفاعلات الحيوية بالتعاون مع الشركة السعودية للصناعات الحيوية.

● الخدمات

قدم المركز العديد من الخدمات للقطاعات المختلفة من أهمها ما يلي:ـ

- تصنيف النباتات والحيوانات بالتقنيات الحيوية.
- الكشف عن الأغذية والأعلاف المحورة وراثياً.
- تحليل وفك الشفرات الوراثية والمورثات بأحدث التقنيات الحيوية.
- الكشف عن المورثات المحددة للأمراض الوراثية والمعدية.
- الكشف عن البروتينات الجديدة للمؤشرات الحيوية للأمراض.
- التعرف على الكائنات الحية الدقيقة بالتقنيات الحيوية في حقول البترول.

الخطط المستقبلية

يعد مبنى التقنية الحيوية من أهم الخطط المستقبلية للبرنامج، حيث أنه سوف يكون الأول من نوعه في المملكة والمنطقة. وسيكون من أحدث المنشآت من حيث: القدرة العلمية للمختبرات، والمعدات، والتجهيزات، فضلا عن مجمل إدارة المرافق والمراقبة، وقد روعي في تصميمه المرونة والاستدامة والكفاءة والابتكار في نظم الهندسة المعمارية، وقد تم تصميم المبنى على أحدث المواصفات العالمية، وذلك بعد مراجعة العديد من التصميمات الخاصة بالمراكز العالمية الحديثة والقديمة، كما روعي أن يكون الشكل الظاهري للمبنى كحلزون مزدوج معبرا عن القواعد والأسس العلمية ذات العلاقة بمسمى التقنية الحيوية، إضافة إلى مراعاة احتياطات السلامة الإحيائية والأمان الحيوي في جميع مرافق المبنى، وتم تحديد درجات الأمان في كل جزء على حسب طبيعة الأبحاث التي ستجرى به، وذلك بعد مناقشات عديدة واستشارات من المهتمين والمختصين في هذا المجال.

يتكون المبنى من برجين من أربعة أدوار، يرتبطان بجسر وبهو مشترك في الدور الأرضي بمساحة إجمالية قدرها ٢٥٠٠٠ متر مربع، بالإضافة إلى ٦٠٠ موقف سيارات مكون من دورين يكون متصلا مع المبنى من الدور الأرضي، كما يتضمن هذا المشروع وجود بيت محمي للأبحاث المتعلقة بالنبات، وقد روعي عند التصميم توزيع معامل الأبحاث حسب التخصصات على النحو التالي:

- **المنطقة الحمراء**: تضم المعامل الخاصة بأبحاث الأدوية والعلوم الصحية.
- **المنطقة الخضراء**: تضم المعامل الخاصة بأبحاث علم النبات والحيوان.
- **المنطقة البيضاء**: تضم المعامل الخاصة بأبحاث البيئة.
- **المنطقة الرمادية**: تضم المعامل الخاصة بأبحاث العلوم الأساسية المشتركة.

الأولويات الإستراتيجية لبرنامج التقنية الحيوية في المملكة العربية السعودية



د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

حددت الخطة الوطنية للعلوم والتقنية، التي أقرها مجلس الوزراء في ١٤٢٣ هـ (الموافق ٢٠٠٢م) أحد عشر برنامجاً لتوطين وتطوير التقنيات الإستراتيجية ذات الأهمية الحيوية لتحقيق التنمية مستقبلاً في المملكة العربية السعودية. ويأتي برنامج التقنية الحيوية ضمن هذه البرامج التقنية.

ينطلق برنامج التقنية الحيوية من الرغبة لتعزيز ودعم التنمية الإقتصادية في المملكة العربية السعودية، والحرص على جعل المملكة ملاذاً آمناً لجميع أفراد المجتمع.

أعد برنامج التقنية الحيوية بعد دراسة متأنية لمستوى البحث والتطوير في التقنية الحيوية في المملكة، حيث تم الاستعانة بالعديد من خبراء التقنية الحيوية من المؤسسات البحثية والجهات الحكومية والشركات الخاصة، والتي كان لمشاركتها دور هام في إعداد هذا البرنامج.

يهدف برنامج التقنية الحيوية إلى تطوير ونقل التقنيات الحيوية التي تخدم جميع قطاعات المملكة، بما في ذلك القطاع الحكومي والجامعات والشركات الخاصة، كما يهدف إلى الإرتقاء بالمملكة لتحتل مكانة ريادية بين الدول العربية في التقنية الحيوية. يركز هذا البرنامج على ثلاثة تطبيقات رئيسية من تطبيقات التقنية الحيوية هي: التطبيقات الطبية (أحمر)، والتطبيقات الزراعية (أخضر)، والتطبيقات البيئية (أبيض)، والتي تم تحديدها من خلال عدد من حلقات العمل التي ضمت العديد من المتخصصين في المجالات ذات الصلة بالتقنية الحيوية.

يقدر معدل النمو السكاني في المملكة ب٢,٩٪، والذي يعد من أعلى معدلات النمو السكاني في العالم، وهذا يؤدي إلى ظهور العديد من التحديات الكبيرة التي تواجهها منتجات التقنية الحيوية.

وضع التقنية الحيوية بالمملكة

بات استخدام المملكة للتقنية الحيوية في مجال الغذاء والزراعة والطب والبيئة أمراً محتماً، ومع أنها تستخدمها للتطبيقات البحثية والتجارية في آن واحد، إلا أن سوقها لازال وليداً، وإن كان متنامياً ومثيراً للتحديات، فمثلاً تعد منتجات طبية مثل الأنسولين واللقاحات وإنترفيرون وهيبارينز وغيرها من منتجات الشركات العالمية، من المنتجات التي تسيطر على سوق التقنية الحيوية، رغم الجهود المحلية لتطوير منتجات التقنية الحيوية، ويجري التخطيط لإنشاء "مدينة تقنية حيوية" في جدة لخدمة هذا الغرض، مما يعد نقطة الإنطلاق نحو وجهة لا زالت بعيدة المنال.

هناك ثقة كاملة في أن الخطط الإستراتيجية المعدة لبرنامج التقنية الحيوية ستمهد الطريق لإنماء مجال التقنية الحيوية بشكل سريع.

يوجد بالمملكة العديد من الجهات ذات العلاقة ببرنامج العلوم والتقنية منها: **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**، وجامعات المملكة، ومختلف المعاهد البحثية المتخصصة أو المستقلة، وغيرها من الجهات الحكومية والشركات الخاصة، وقد تم حصر ما يقارب ستين مركزا وكلية لها ارتباط بالتقنية الحيوية من وجه أو آخر، ويبين الجدول (١) دور هذه الجهات في البرنامج.

وقعت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** - من خلال البرنامج - اتفاقيتان الأولى مع وزارة الصحة لتخصيص معامل في كلية الطب بمدينة

الجهات المعنية	دورها
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية	• تخطيط وتنسيق وإدارة البرنامج • إجراء البحوث التطبيقية ونقل التقنية وتطوير نماذج التطبيقات • إدارة مختلف المشاريع الوطنية • دعم مشاركة الجامعات والصناعة في المشاريع الوطنية • توفير وإدارة مرافق البحث الوطنية وتزويدها بالمعدات المتطورة • تقديم التوصيات والخدمات للحكومة بشأن العلوم والتقنية
الجامعات	• إيجاد معرفة علمية أساسية /تطبيقية جديدة • تدريب طلاب على مجالات التقنية الحيوية • إستضافة مراكز الإبتكار التقني والمشاركة فيها • المشاركة في المشاريع التعاونية
المراكز البحثية المتخصصة الحكومية أو المستقلة	• إيجاد معرفة علمية تطبيقية جديدة • المشاركة في المشاريع التعاونية • تدريب الطلاب
الوزارة والهيئات الحكومية	• تزويد متطلبات برنامج البحث والتطوير الحكومي بالمعطيات • تقليل العوائق التنظيمية والإجرائية التي تعترض نشاط الإبتكار والبحث والتطوير • دعم نشاط البحث والتطوير في الجامعات والقطاع الصناعي
القطاع الخاص	• توفير الدعم المالي والتقني • إبلاغ البرنامج باحتياجات الشركة • دعم المشاريع البحثية والمشاركة فيها • دعم مراكز الإبتكار التقني والمشاركة في نشاطها

■ جدول (١) دور الجهات المختلفة في برنامج التقنية الحيوية.

الملك فهد الطبية بالرياض للحاضنة التقنية في مجال التقنية الحيوية، واتفاقية مع معهد أوكسفورد للإبداع لإدارة الحاضنة لمساعدة الشركات الناشئة على تحقيق النجاح على الصعيدين التقني والتجاري.

من جهة أخرى، من المتوقع أن تكون جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية في ثول، وحديقة التقنية الحيوية في الرياض المزمع انشائها بالتعاون مع وزارة الصحة من أكبر المراكز الاقتصادية والصناعية والطبية والعلمية في منطقة الشرق الأوسط، إذ تتضمن المشاريع مرافق للأبحاث السريرية وما قبل السريرية، ومصانع لمنتجات صيدلانية وحيوية وغيرها من علاجات أمراض الدم.

أبحاث التقنية الحيوية حول العالم

قام فريق العمل المكلف بالتخطيط للبرنامج بدراسة عدد من معاهد أبحاث التقنية الحيوية حول العالم، والتي تم اختيارها لتتضمن مزيجاً من المختبرات المدعومة حكومياً التي تضطلع بنشاط مع برنامج المدينة للتقنية الحيوية،

المعهد	التقنية الحيوية البشرية	التقنية الحيوية النباتية	التقنية الحيوية الصناعية	المعلوماتية الحيوية
منظمة بحوث الكومنولث الصناعية والعلمية للتقنية الحيوية	✓	✓	✓	✓
معهد بحوث التقنية الحيوية	✓		✓	✓
معهد هونغ كونغ للتقنية الحيوية	✓			
مركز كلويفر لعلوم جنوم التخمير الصناعي			✓	✓
مجلس البحوث الحيوية الطبية	✓			✓

■ جدول (٢) القدرات الأساسية لبعض المعاهد العالمية في التقنية الحيوية.

ويوضح الجدول (٢) القدرات الأساسية لهذه المعاهد في مجال التقنية الحيوية.

• النشر الدولي في التقنية الحيوية

شهدت الفترة بين ٢٠٠٦م و٢٠٠٧م، نشر ٣٧٨٤٢ مقالاً في العالم عن مواضيع ذات صلة بأولويات المملكة العربية السعودية في التقنية الحيوية وهى البحوث البيئية، والزراعية، والطبية، وأتت الولايات المتحدة الأمريكية، في طليعة الدول حيث نشرت ١٣٨٨٢ مقالاً، تليها الصين في المرتبة الثانيةب ٣٤١٧ ومن ثم ألمانيا بـ ٣٢٥٦ مقالاً، واليابان بـ ٣١٩٦ مقالاً. أما المملكة العربية السعودية فكانت في المرتبة الثانية والستين بما لا يزيد عن ٢٣ مقالاً فقط.

يُقاس متوسط أثر نشاط النشر بتقسيم عدد مرات الإستشهاد بمقالات دولة ما على إجمالي المقالات المنشورة من قبل مؤلفين من هذه الدولة، فعلى سبيل المثال، يكون متوسط أثر نشاط النشر في دولة نشرت ٥٠ مقالاً أستشهد بها ١٠٠ مرة يساوي ٢. ويبين الجدول (٣)عدد المقالات المنشورة وعدد مرات الإستشهاد بمقالات الدول الرائدة التي يمكن اتخاذها نموذجاً يحتذى به. وحسب هذا الجدول فقد حققت هولندا أعلى متوسط أثر لنشاط النشر بين ٢٠٠٦م و٢٠٠٧م بمعدل (٣,٣٤)، تليها الولايات المتحدة (٣,١٤) والمملكة المتحدة (٢,٩٥) وألمانيا (٢,٨٣). أما متوسط أثر نشاط النشر بالنسبة للمملكة فكان (٠,٤٣)، بـ٢٣ مقالاً أستشهد بها ١٠ مرات. ويبين الجدول (٤) أن البحوث البيئية إستأثرت بمعظم ما نشر في التقنية الحيوية في العالم تليها البحوث الزراعية والبحوث الطبية.

الدولة	المواد المنشورة	إجمالي مواطن الإستشهاد بالمقالات	متوسط اثر النشر
هولندا	١٠٧٨	٣٥٩٧	٣,٣٤
الولايات المتحدة	١٣٨٨٢	٤٣٥٣٦	٣,١٤
المملكة المتحدة	٢٩٠٠	٨٥٥٤	٢,٩٥
ألمانيا	٣،٢٥٦	٩،٢١٤	٢,٨٣
فرنسا	٢١٣٨	٥٤١٢	٢,٥٣
كندا	١٨٩٨	٤٧٥١	٢,٥٠
السويد	٨١٢	٢٠١٧	٢,٤٨
أستراليا	١٢١٨	٢٩٨١	٢,٤٥
إيطاليا	١٧٢٨	٣٨٨٥	٢,٢٥
إسبانيا	١٤٥٥	٣٠٦٥	٢,١١
المملكة العربية السعودية	٢٣	١٠	٠,٤٣

■ جدول (٣) المواد المنشورة في التقنية الحيوية لبعض الدول.

• المؤسسات البحثية في التقنية الحيوية

تقوم آلاف المؤسسات البحثية في حوالي ١٥٠ دولة بالنشر في موضوع التقنية الحيوية. وكما هو مبين في الجدول (٥)، فإن المؤسسات الثلاث الرائدة في إصدار المقالات الخاصة بمجالات التقنية الحيوية التي تهم المملكة هي جامعة تكساس (٧٥١)، ووزارة الزراعة الأمريكية

المجال الفرعي	المواد المنشورة
البحوث البيئية	١٧,٧٥٩
البحوث الزراعية	١٣,٩٧٠
البحوث الطبية	٧,٥٢١

■ جدول (٤) انواع البحوث التي تناولت موضوع التقنية الحيوية.

■ الشكل ٤ المواد المنشورة في التقنية الحيوية في بعض دول العالم.

المؤسسة	إجمالي النشر	متوسط اثر النشر	البحوث الطبية	البحوث الزراعية	البحوث البيئية
جامعة تكساس	٧٥١	٤,١٦	٥٠٢	٢٠٧	٦٣
وزارة الزراعة الأمريكية	٦٦٦	١,٧٤	٩٦	٥٠٦	١١٧
الأكاديمية الصينية للعلوم	٦٢٧	١,٦٩	١٢٥	٣٤٩	١٧٠
جامعة هارفارد	٥٤٥	٦,٣٠	٤٤٤	٨٠	٣١
جامعة واشنطن	٤٦٢	٤,٥٠	٣٢٥	١٠٦	٤٥
المعهد الوطني الفرنسي للبحوث الزراعية	٣٧٨	٢,٣٧	٧٣	٢٥٦	٦٢
جامعة فلوريدا	٣٦٢	٢,٢٨	١٥٥	١٧٣	٤٩
جامعة توكيو	٣٤٤	٢,٤٦	١٦٣	١٦٨	٢٤
سي إس أي سي	٣٣٧	٢,١٥	٦٦	١٤١	١٣٧
جامعة كورنيل	٣٢٧	٣,٦٧	١٢٩	١٧٤	٣٩
جامعة ديفيس كاليفورنيا	٢٨٩	٢,٨٨	٩١	١٦٦	٤٥
جامعة ويسكونسن	٢٧١	٣,٥٥	١١١	١٣٠	٣٩
جامعة لوس أنجلوس كاليفورنيا	٢٦٣	٤,٢٨	٢٠٢	٥٠	٢٠
جامعة باريس	٢٥٨	٢,٦٥	١٤٥	٦٣	٥٣
جامعة جونز هوبكنز	٢٥٤	٥,٩٧	٢١٤	٢١	٢٢

■ جدول (٥) المؤسسات البحثية في التقنية الحيوية في العالم.

(٦٦٦) والأكاديمية الصينية للعلوم (٦٢٧)، وحسب الجدول (٥) تعد الأكاديمية الصينية للعلوم هي الرائدة في إصدار البحوث البيئية، في حين تحتل وزارة الزراعة الأمريكية الصدارة في النشر في البحوث الزراعية، أما جامعة تكساس فتصدر أكبر عدد من البحوث الطبية.

الفرص والتحديات

هناك العديد من الفرص التي تساعد على نجاح برنامج التقنية الحيوية بالملكة، ولكن هناك كثير من التحديات التي تقف عقبة في نجاح هذا البرنامج. ويمكن تفصيل الفرص والتحديات وفقاً لما يلي:-

• مواطن القوة والضعف

تشير مواطن القوة والضعف إلى حاجة المنظمة الداخلية إلى الكوادر البشرية والإمكانيات المادية بالملكة وغيرها. ويمكن إبراز مواطن القوة والضعف فيما يلي:-

■ **مواطن القوة**: ومن أهمها توفر الموارد المالية، ورغبة الباحثين الشديدة لإجراء البحوث التطبيقية، بدء تأسيس مرافق حاضنات أعمال التقنية الحيوية. وكذلك إفتتاح العديد من الجامعات ومراكز البحوث في مجال التقنية الحيوية، وتوفر المختبرات والبنية التحتية، ومبنى جديد للتقنية الحيوية. بجانب ذلك يعد النفاذ لقواعد البيانات، وتقنيات الإتصال الحديثة، ووجود برامج المنح الحكومية لطلاب الدراسات العليا من أهم مواطن القوة في تشجيع البحث العلمي في التقنية الحيوية.

■ **مواطن الضعف**: ومن أهمها:-

- الإفتقار للتنوع في التخصصات العلمية، فالتقنية الحيوية تتطلب تعاون الباحثين من مختلف التخصصات العلمية.
- تحتاج معظم عينات التقنية الحيوية لوسيلة نقل سريعة في ظروف بيئية منضبطة.
- الإفتقار لوسائل النقل الفعالة، وآليات الشراء والتراخيص الجمركية الموائمة لطبيعة منتجات التقنية الحيوية.
- صعوبة تعيين الأخصائيين التقنيين في الملكة نظراً للسياسات واللوائح الحكومية.
- صعوبة استقطاب الخبراء الدوليين.
- الإفتقار لتمويل القطاع الخاص لمنح الباحثين.
- الإخفاق في تبني خطة فعالة لإدارة البحث، مما يسفر عن مشاريع تبدد المال والوقت.
- الحوافز التي تحث الباحثين على احتكار المعلومات العامة وعدم التعاون مع آخرين في البحوث نظراً للقوانين الخاصة بالترقيات الأكاديمية.
- الإفتقار للعمل الجماعي والتعاون.
- غياب التنسيق والتعاون بين المعاهد البحثية.
- العجز عن التكيف السريع مع المتطلبات العالمية.
- عدم تماثل الحوافز مع الأهداف الإستراتيجية.
- الإفتقار لنظام عادل لتقويم الباحثين.
- السياسات والإجراءات الحكومية (لاسيما قوانين الشراء) التي تعيق إجراء البحوث بشكل فعال.
- تغير الأولويات والرؤى والتوجهات البحثية نظراً لتغير المسؤولين التنفيذين.

• الفـرص

يمكن تقسيم الفرص التي يمكن الاستفادة منها في برنامج التقنية الحيوية بالملكة إلى ما يلي:-

■ **الفرص المتوفرة**: ومن أهمها:-

- توفر البلازما الجرثومية في الموارد الجينية البحرية والجرثومية والنباتية في الملكة.
- انتشار الأمراض الوراثية بين أبناء الملكة يملي تطوير ونقل التقنيات الجديدة لمعالجة هذه الأمراض والكشف المبكر عنها.
- توقعات أن يكون العائد على الإستثمار في التقنية الحيوية عالياً.
- اهتمام المؤسسات التي مقرها في الملكة بالبحث في التقنية الحيوية.
- التوجه نحو اقتصاد قائم على المعرفة (إنتاج التقنية والإستثمار فيها، وإنشاء حاضنات التقنية، والمدن الصناعية الجديدة، وحدائق العلوم والمعرفة الجديدة، وحدائق التقنية الحيوية).

■ **الفرص الإستراتيجية**: ومن أهمها:-

- اعتماد السياسة الوطنية للعلوم والتقنية التي تتضمن برامج إستراتيجية تقنية لدعم البحث والتطوير ونقل التقنية.
- إمكانية استقطاب الإستثمار الأجنبي للتقنية الحيوية، وتبني المؤسسات الإستثمارية السعودية سياسة واضحة للحث على الإستثمار في التقنية الحيوية.
- إمكانية جذب الموارد البشرية الخارجية من خلال أنظمة التجنيس والإقامة.
- وجود حوافز لتطوير تقنيات عند كلفة متدنية (الدعم الحكومي من خلال منح الأراضي والمرافق، وتوفر اليد العاملة والمواد الأولية، وأنواع الإعفاء الضريبي).
- الحاجة المتنامية لمعالجة الأمراض والآفات

الوراثية المحلية التي تصيب الإنسان والحيوان.

- منح الشهادات العلمية للطلاب أو المتدربين في مجالات التقنية الحيوية.

- تعزيز القطاع الخاص، وتمويلهم لمشاريع البحث والتطوير في المعاهد البحثية بمساعدة الحوافز الحكومية.

- تنامي اهتمام القطاع الخاص (لاسيما في الصناعة) بتأسيس مراكز وطنية للبحث والتطوير.

• **التحديات**

هناك العديد من التحديات التي تواجه برنامج التقنية الحيوية بالمملكة من أهمها:-

- الكلفة الباهظة لمعطيات التقنية الحيوية وباحثيها.

- صعوبة نقل بعض التقنيات أو البحوث بسبب القيود الإقتصادية والسياسية.

- الإفتقار إلى البرامج التعليمية الكافية لإنتاج العمال المؤهلين في المجالات التقنية للعمل في الصناعة والحكومة.

- الإفتقار للتمويل الأولي.

- كون التقنية الحيوية لا تعتبر أولوية في القطاع الخاص. من ورود المنتجات المتدنية الكلفة المترتب على الإنضمام للإقتصاد العالمي والتي تحد من دوافع البحث والتطوير.

- التنافس الدولي على استقطاب الخبراء المتخصصين في التقنية الحيوية.

- إحتفاظ القطاع الخاص بالمتخصصين في التقنية الحيوية من خلال تقديم الرواتب الجذابة.

- الإفتقار لدوافع إجراء البحوث في المملكة.

- عدم اتساق بعض سياسات وأنظمة الحكومة مع إحتياجات الباحثين في العلوم.

- الإفتقار للمؤسسات المتخصصة القادرة على إجراء بعض المتطلبات الهامة للتقنية الحيوية، لاسيما اختبار العقاقير.

- العجز عن صنع المنتجات العالية الجودة خلال مراحل التطوير.

- ما تستغرقه عملية تطوير منتجات التقنية الحيوية من وقت طويل.

إستراتيجية البرنامج

حدد فريق التخطيط الإستراتيجي للتقنية الحيوية رؤيةً وأولويات وإجراءاتٍ من شأنها الوصول بالمملكة إلى مرحله متقدمة من البحث والتطوير في مجالات التقنية الحيوية، لا سيما وأن عناصر الإستراتيجية وُضعت لتوجيه البرنامج بما يخدم مصالح المواطنين في المملكة، وبما يتفق مع قيم مواطنيها، ويشع على المملكة مع تقديم الحوافز الكبيرة للإبتكار.

ساهم تعاون عدد كبير من الجهات ذات العلاقة بالتقنية الحيوية - بما في ذلك العديد من المتخصصين بهذه التقنية بالمملكة - في رسم الرؤية والرسالة والأهداف الإستراتيجية الخاصة بالبرنامج.

• **الرؤية**

تتمثل الرؤية في "الريادة في التقنية الحيوية لأفضل حياة"

• **الرسالة**

تتمثل الرسالة في التميز والإبداع في تطوير وابتكار تطبيقات التقنية الحيوية بما يحقق مزيداً من التقدم العلمي والاقتصادي.

• **القيم**

تتمثل القيم في:-

- مراعاة العقيدة الإسلامية واللغة العربية وثقافة المجتمع.

- الالتزام بالعدالة والصدق والأمانة والشفافية

- حفظ السلامة والأمن.

- مراعاة الضوابط الأخلاقية.

- الطموح المستمر.

• **الأهداف الإستراتيجية**

تتمثل الاهداف الاستراتيجية في:-

- نقل وتوطين أحدث التقنيات الحيوية العالمية المناسبة.

- توفير البيئة المناسبة للتميز والإبداع والاستثمار في مجالات التقنية الحيوية.

- تأهيل وتدريب الكوادر الوطنية في علوم التقنية الحيوية

- توجيه تطبيقات التقنية الحيوية بما يحقق الأمن الصحي والغذائي.

- استخدام التقنية الحيوية في المحافظة على الأصول الوراثية وتطويرها واستدامتها.

- المحافظة على الموارد البيئية وإنمائها باستخدام التقنيات الحيوية المناسبة.

- ترسيخ مفهوم العلاقة بين برامج التقنية الحيوية والمجتمع.

المجالات التقنية

من أهم المجالات التقنية لبرنامج التقنية الحيوية بالمملكة ما يلي:-

• **التطبيقات الطبية**

سجل في المملكة عدد كبير من الأمراض والآفات، شأنها في ذلك شأن سائر بلدان العالم، إذ تتراوح هذه الأمراض بين الأمراض المعدية وأمراض السرطان وأمراض النمو والشيخوخة ومرض السكر إلخ... إلا أن المملكة تنفرد في بعض جوانب هذه الأمراض (مثل الجوانب الطبية لموسم الحج، وغلبة تزاوج الأقارب، الأمر الذي يسفر عن الأمراض الوراثية، والأمراض المتعلقة

بظاهرة التمدن). من هنا يتضح الدور الذي يمكن أن تلعبه التقنية الحيوية في الوقاية من هذه الأمراض والكشف المبكر عنها وعلاجها.

ومن أبرز الأمراض التي من شأنها الإستفادة من البحث والتطوير في التقنية الحيوية:-

■ **الأمراض المزمنة**: ومنها أمراض الكلية، والأمراض التنفسية، والبدانة والأمراض المتعلقة بالجهاز الهضمي، وفقر الدم.

■ **أمراض النمو والشيخوخة** : مثل الشلل والإضطرابات الهرمونية التي تؤثر على النمو والأمراض الوراثية، ومرض باركنسون وأمراض الشيخوخة مثل مرض ألزهايمر

■ **الأمراض المُعدية**: وتشمل الأمراض البكتيرية وأمراض الفطرية والفيروسية والطفيلية.

أمراض السرطان: مثل سرطان الثدي والدم والغدة الدرقية وسرطان البروستات وسرطان الغدد اللمفاوية.

أمراض القلب والأوعية الدموية : وتشمل الذبحة الصدرية واحتقان الصدر والجلطات وارتفاع ضغط الدم.

مرض السكر: مضاعفاته، أسبابه وطرق علاجه.

• **التطبيقات الزراعية**

تعمل الظروف البيئية على إضعاف نمو الزراعة في المملكة، ذلك أن الإفتقار لماء الري، وارتفاع درجات الحرارة، ونسبة الملوحة المرتفعة في المياه والتربة تفرض تحديات بالغة أمام التنمية الزراعية.

من جهة أخرى، فإن تزايد نمو سكان المملكة، وصغر سن معظم أبناء المملكة يملي تطوير أوجه التقنية الحيوية التي تساعد على تخطي الحواجز التي تحد من التنمية الزراعية. فبوسع التقنية الحيوية المساعدة على إنتاج المحاصيل الزراعية الجديدة التي تلبي إحتياجات المملكة المتنامية من الغذاء.

ومن أبرز المجالات الزراعية التي تستدعي البحث والتطوير في التقنية الحيوية مما يلي:

■ **إنتاج النباتات**: وتشمل:-

- الهندسة الوراثية لإنتاج المحاصيل التي تقاوم الجفاف ودرجات الملوحة العالية.

- تعزيز تصميم وإنتاج جودة المحاصيل المحلية باستخدام التقنية الحيوية الجزيئية.

- دراسة مصادر التنوع الوراثي لأهم المحاصيل.

- دراسة البنية الجزيئية أو الوراثية للنباتات المحلية.

تربية الحيوانات: وتشمل:-

- دراسة التنوع الوراثي في مواشي الحيوانات الأليفة

- التشخيص الجزيئي لأفات الحيوان.

- دراسات تشخيصية للأمراض والآفات الشائعة بين الإنسان والحيوان.

- التداول الوراثي لتعزيز الإنتاجية الزراعية من الحيوانات.

■ **إنتاج المنتجات الحيوية**: ومن أهمها:-

- تطبيقات مضاعفة التقنية للتفريق بين المواد النباتية الحيوية لأغراض التشخيص والعلاج.

- تعريف المواد النشطة في النباتات المستخدمة في الدواء.

■ **حماية النبات**: وتشمل :-

- التطوير الوراثي للمحاصيل الزراعية بما يجعلها تقاوم أمراض الديدان الخيطية.

- تشخيص وتعريف أسباب أمراض النبات باستخدام الوسائل الجزيئية.

- مراقبة المواد الغذائية المعدلة وراثياً لأغراض السلامة.

- تشخيص الأمراض التي تنتقل إلى الغذاء.

- تطهير مكونات الغذاء الجزيئية للتخلص من العناصر غير المرغوب بها.

• **التطبيقات البيئية**

من أهم المجالات البيئية الأكثر استفادة من البحث والتطوير في التقنية الحيوية:

■ **التنوع الحيوي الجرثومي** : ويشمل:-

- دراسة وحفظ الجراثيم في التربة والماء والهواء وتسخيرها للتطبيقات الحرجة مثل نقل المورثات.

تطوير وسائل الكشف عن الجراثيم وخصائصها الفسيولوجية وتحليلها.

■ **المعالجة أو الإصلاح الحيوي**: وتشمل:-

- استخدام الجراثيم، والجراثيم المعدلة وراثياً لإزالة التلوث الناجم عن الأسمدة الكيميائية، والأراضي والمياه الملوثة بالبترول المتسرب.

- معالجة المكونات الحرجة مثل الملوثات الكيميائية والماء المشع الثقيل في الأرض.

- دراسة الظروف البيئية الملائمة للمعالجة أو الإصلاح الحيوي.

■ **التعزيز الجرثومي** : ويشمل:-

- الكشف عن الجراثيم وتطويرها لتحمل خصائص تعزيز إنتاج البترول في الآبار وخط الأنابيب و/أو في مصافي البترول.

- تسخير الجراثيم لنزع الكبريت من البترول.

- تعديل الجراثيم لمقاومة الظروف القاسية في آبار وخطوط أنابيب البترول.

- إنتاج المواد الحيوية المعززة لزيادة إنتاج البترول.

■ **البوليمرات الحيوية**: وتشمل:-

- اكتشاف الجراثيم القادرة على تكوين البوليمرات، وتحليل الظروف البيئية اللازمة،

- وتعزيز قدرة هذه الجراثيم على زيادة الإنتاج.

دراسة الظروف والوسائل البيئية للإنتاج التجاري.

تعزيز خصائص البوليمرات باستخدام التقنية المتناهية الصغر.

■ **المجسات الحيوية**: وتشمل:-

- تطوير الجراثيم واستخدامها لرصد الملوثات البيئية.

- تعديل الجراثيم لرصد تسرب البترول.

- دراسة سلامة وأمن المجسات الحيوية.

■ **التخمير والمفاعلات الحيوية**: وتشمل:-

- تطوير وتوظيف الأغشية الحيوية والمفاعلات الحيوية. في إنتاج المواد الحيوية.
- دراسة كيفية تنظيم ظروف عمليات التخمير.

■ **إعادة التدوير الحيوي**: وتشتمل:-

- دراسة السلامة الحيوية لظروف التدوير الحيوي للنفايات الصناعية والزراعية والطبية.
- تحديد منافع نفايات التدوير الحيوي.
- التعرف على الجراثيم المفيدة للتدوير الحيوي وتعديل الجراثيم لخدمة هذا الغرض.
- دراسة تنظيم ظروف عمليات التدوير الحيوي

• **مجالات ذات أهمية مشتركة**

إضافة إلى ذلك فان الخطة الاستراتيجية اهتمت كذلك بالمجالات ذات الاهمية المشتركة والتقنيات الحديثة جدا والتي تتقاطع مع جميع التطبيقات السابقة مثل:-

الانظمة والتشريعات ذات العلاقة

- السلامة الاحيائية.
- الامان الحيوي.
- الاخلاقيات الحيوية.
- التقنيات التفصيلية
- التقنيات الحيوية المتناهية الصغر.
- تقنيات الجينوم والبروتيوم
- الاحيائية الجزيئية
- المعلوماتية الحيوية
- الانتاج الدوائي
- الخلايا الجذرية

الخطط التشغيلية

تتضمن الخطط التشغيلية خطة إدارة محفظة المشاريع، وخطة إدارة الجودة، وخطة إدارة الموارد البشرية، وخطة إدارة الإتصالات، وخطة إدارة المخاطر، وخطة نقل التقنية. ويمكن تفصيل نقل التقنية فيما يلي:-

١- إشراك المستخدمين في تصميم البرنامج من خلال مساهمتهم في ورش العمل المخصصة للتخطيط ومشاركتهم في نشاط اللجنة الاستشارية لبرنامج التقنية الحيوية. فمن المعلوم أن مساهمة المستخدم في تصميم البحوث من شأنها أن تؤدي على الأرجح إلى بحوث ونتائج وافية بمتطلبات المستخدمين، ومن ثم فإنها مرجحة أكثر لأن تنتهي بالإبتكارات الناجحة.

٢- تشجيع البرامج الوطنية المُرَكَّزَة على تطوير المشاريع التطبيقية التجريبية المتطورة في كل من المدينة والجهات الحكومية والجامعات والقطاع الصناعي. ويتم نقل المعرفة من خلال المشروع إلى الشركات. ويعد هذا أسلوب مثبت الفعالية لتطوير التقنيات التي تخدم غرضاً محدداً، والتي يمكن نقلها بسهولة إلى المستخدمين في القطاعين العام والخاص.

٣- استخدام مراكز الجامعة/الصناعة كآلية أساسية للبحث خلال مراحل الخطة، حيث أن من شأن إشراك القطاع الخاص بأوجه نشاط هذه المراكز (من خلال التوصيات والتمويل) تشجيع تركيز البحث الجامعي على إحتياجات المستخدمين، الأمر الذي يعزز فرص نقل التقنية. من جهة أخرى، فإن هذه المراكز ستقوم كذلك بتحويل المعرفة إلى الصناعة من خلال تدريب وتخريج الطلاب (الذين تم تدريبهم لمواجهة المشاكل الخاصة بالصناعة) الذين يتخذون وظائف بعد ذلك في الشركات أو يقومون بتأسيس شركاتهم الخاصة.

٤- الربط بين برنامج التقنية الحيوية وحاضنات تقنية الأعمال والبرامج الأخرى التي ستسهم في إنشاء شركات جديدة للتقنية الحيوية.

مؤشرات الأداء الأساسية

ساعدت الجهات ذات العلاقة ببرنامج التقنية الحيوية على تحديد مؤشرات الأداء، بحيث يكون كل مؤشر مقياساً مرتبطاً بهدف إستراتيجي محدد. ومن أهم مؤشرات الأداء الأساسية ما يلي:-

- نسبة ما هو متوفر من الموارد البشرية المطلوبة.
- تقويم عائد الإستثمار الذي يحققه البرنامج.
- معدل ما ينجز من الأهداف الإستراتيجية في المشاريع.
- المعرفة التي يتم تحصيلها باستخدام أحدث التقنيات في نشاط البحث.
- معدل ما ينجز من الأهداف الإستراتيجية في التقنيات.
- معدل الشراكات الإستراتيجية المفعلة.
- عدد إكتشافات بحوث الأساس التي تسفر عن تطبيقات جديدة في التقنية الحيوية.
- نسبة البحوث التطبيقية التي تسفر عن نماذج جديدة للأعمال أو حلول عملية.
- نسبة المؤسسات البحثية التي تبتكر خطوط إنتاج أو حلولاً جديدة.
- نسبة الشركات البحثية التي تبتكر خطوط إنتاج أو حلولاً تقنية جديدة.
- نسبة البحوث التطبيقية التي تبتكر خطوط إنتاج أو حلولاً تقنية جديدة على الصعيد المحلي.
- نسبة المؤسسات البحثية القائمة والتي تسفر عن خطوط إنتاج أو حلول تقنية جديدة.
- نسبة أوجه التقنية المتوفرة والتي يتم نقلها أو تطويرها في المملكة بما يقيس إنتاجية التقنيات الجديدة في خطة البحث الإستراتيجية.
- نسبة أوجه التقنية المتوفرة والتي تسفر عن خطوط إنتاج أو حلول تقنية جديدة.
- نسبة الوسائل وأساليب العمل الجديدة التي يتم تبنيها من قبل حاضنات التقنية الحيوية.

نسبة أساليب العمل الجديدة التي يتم تبنيها وتطويرها في مراكز البحث في التقنية الحيوية.



التقنية الحيوية هي مجمل التقنيات (الطرق - الوسائل) التي تتناول استخدام الكائنات الحية أو مكوناتها تحت الخلوية بغرض إنتاج أو تحوير أو تطوير منتجات ذات قيمة وفائدة للإنسان، حيث أمكن نقل جينات معينة من كائن إلى آخر، ويتطلع العديد من الباحثين والمختصين لمعرفة التطبيقات الممكنة للتقنية الحيوية، وخاصة في المجالات الزراعية، مما سيساهم في زيادة الإنتاج الزراعي، وذلك عن طريق إنتاج صنف جديد يتميز بصفات مرغوبة كماً ونوعاً وبطرق أكثر كفاءةً وأسرع مقارنةً بالطرق التقليدية.

تُعد التقنية الحيوية علم جديد برز وتطور بشكل سريع ومذهل خلال العشرين سنة الماضية، حيث تُستخدم الخلية النباتية، أو الحيوانية، أو الميكروبية لإنتاج مواد ذات فائدة كبيرة للبشرية، وبالتالي تلعب دوراً مهماً في تحسين نواتج كل من النبات والحيوان بغرض استخدامها في الزراعة، والصناعة، والمجالات الطبية المختلفة.

ومن هذا المنطلق سعت وتسعى كثير من الدول المتقدمة والنامية إلى وضع خطط إستراتيجية قريبة وبعيدة المدى لخوض غمار هذه التقنية، وتحصيل أكبر قدر من فوائدها الاقتصادية، والصحية، والزراعية، والبيئية.

يستعرض هذا المقال بعض المفاهيم الأولية لهذه التقنية، وذلك كما يلي:

الوحدة البنائية للكائن الحي

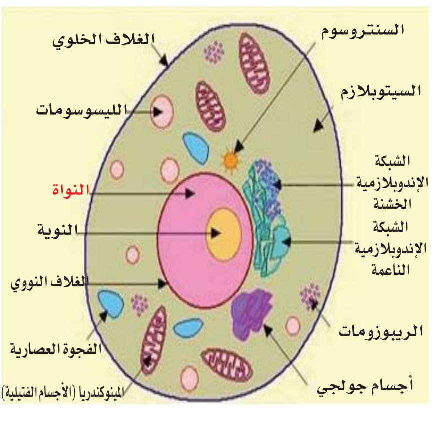
يتكون جسم الكائن الحي في النبات والحيوان والإنسان من عدة أعضاء (Organs)، وكل عضو يتكون من عدة أنسجة (Tissues)، وكل نسيج يتكون من عدة خلايا (Cells)؛ وعليه فإن الخلية (Cell) هي وحدة التركيب والوظيفة في الكائن الحي.

تحتوي الخلية - بشكل عام - على عدد من العضيات (Cell Organelles)، وهي عبارة عن تراكيب محددة توجد داخل خلية الكائن الحي تقوم بجميع الوظائف الحيوية التي تخصه، شكل (١). ومن أهم العضيات التي توجد فيها المادة الوراثية في الخلية الحيوانية والنباتية هي: النواة (Nucleus).

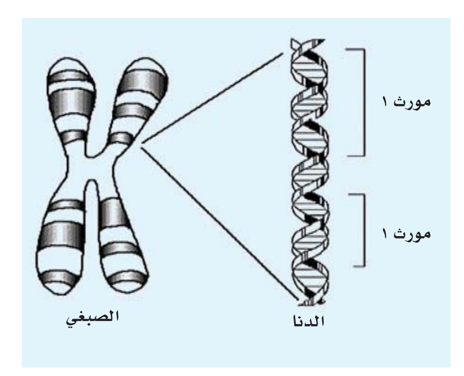
يبلغ عدد الخلايا المكونة لجسم الكائن الحي ملايين أو بلايين الخلايا بحسب نوع الكائن، ويوجد منها نوعان، هما:

١- الخلايا الجسدية (Somatic Cells): و يطلق عليها كذلك الخلايا الجسمية حيث تمثل كافة أنواع الخلايا في الجسم فيما عدا الحيامن (الخصيتين) في الرجل، والمبيض في رحم المرأة، وكذلك الأسدية (Stamens)، والمبيض في النبات. تحتوي نواة الخلية الجسدية على العدد الكامل من الصبغيات (Chromosomes) في صورة زوجية (Diploid). حيث يوجد في نواة الخلية الجسدية للإنسان – على سبيل المثال – ٤٦ صبغي (٢٣ زوج).

٢- الخلايا الجنسية أو التناسلية (Germ Cells): وهي عبارة عن وحدات التكاثر الجنسي في الكائن الحي، مثل: البويضة في المرأة والحيوان المنوي في الرجل. وتحتوي نواة الخلية التناسلية على نصف عدد الصبغيات في صورة فردية (Haploid). حيث يوجد في نواة الخلية التناسلية للإنسان ٢٣ صبغي فقط. وبذلك يتجلى إبداع الخالق سبحانه وتعالى حين ينتج العدد الكامل من الصبغيات مرة أخرى بتزاوج الأمشاج المذكرة مع المؤنثة. وهي وسيلة للمحافظة على النوع عبر الأجيال المتعاقبة.



شكل (١) التركيب العام للخلية وماتحتويه من عضيات مختلفة.

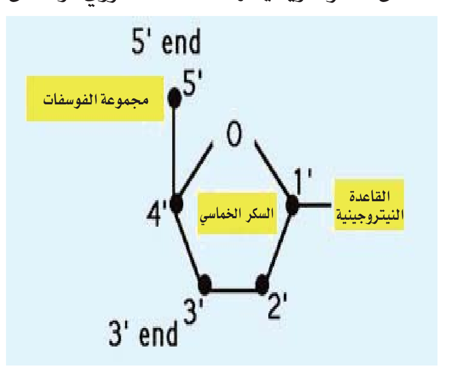


■ العلاقة بين الصبغي والدنا والمورثات.

النـــواة

تعد النواة البنك المركزي للمعلومات الوراثية في الخلية، وتتوزع المعلومات الوراثية على عدد من التراكيب داخل النواة تسمى الصبغيات. وهي أجسام يمكن صبغها بمواد كيميائية تتفاعل مع مواد تدخل في تركيبها الكيميائي، وتمثل الوحدات الحاملة للصفات الوراثية في الكائن الحي. ومن الناحية الشكلية يتكون الصبغي من كروماتيدتين (Chromatids) يرتبطان عن طريق السنترومير (Centromere)، أما من الناحية الكيميائية فإن الصبغي يتكون من الحمض النووي منقوص الأكسجين (Deoxyribonucleic Acid – DNA) وبروتين. وتقسم الكائنات الحية على حسب وجود الصبغيات داخل النواة من عدمه إلى:

١- **حقيقيات النواة (Eukaryotes):** وهي مجموعة الكائنات الحية التي توجد صبغاتها داخل النواة ويحيطها غلاف نووي، وتشمل



■ مكونات النيوكليوتيدة.

النباتات الراقية والحيوان والإنسان.

٢- **أوليات النواة (Prokaryotes):** وهي مجموعة الكائنات الحية التي توجد صبغاتها حرة في سيتوبلازم الخلية، أي لا يفصلها عنه غلاف نووي، ومنها البكتريا (Bacteria)، والطحالب الخضراء المزرَّقة (Blue-Green Algae).

● **الأحماض النووية**

يوجد الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) على امتداد الصبغيات في الخلايا مشكلاً أساس الوراثة. وهو اسم مختصر مشتق من اسمه، وذلك نسبة لنوع السكر الخماسي الذي يدخل في تركيب وحداته البنائية. ويوجد داخل صبغيات الخلية في شكل حلزون مزدوج – أي خيطين يلتفان على بعضهما – والوحدة البنائية له هي النيوكليوتيدة (Nucleotide) والتي تتكون من سكر خماسي، وقاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات. وكل مجموعة من النيوكليوتيدات على امتداد الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) تكوِّن وحدة مستقلة تُسمى مُورِّث (Gene)، ويمكن اعتبار الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) مقسم لعدد من العقل كل منها يسمى مُورِّث. وهو أساس تصنيع البروتين الموجود في الخلية، ويتم تصنيعه عن طريق حلقة وصل بينهما هو الحمض النووي الريبوزي (Ribonucleic Acid - RNA).

أما الحمض النووي الريبوزي (RNA) فيوجد في سيتوبلازم الخلايا. وهو اسم مختصر مشتق من إسمه، وذلك نسبة لنوع السكر الخماسي الذي يدخل في تركيبه، وهناك ثلاثة أنواع من الحمض النووي الريبوزي هي: الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA)، الحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA) .

المُورِّثـــات

وضع العالم النمساوي «**جريجور مندل**» قوانين علم الوراثة ونشرها عام ١٨٦٥م ، ولكن لم يلتفت لنتائجه أحد في ذلك الحين، حيث كان العالم مشغولاً بنظرية التطور لداروين، ومن ثم أعيد اكتشافها وأدرك العلماء أهميتها عام ١٩٠٠م. ومنذ ذلك التاريخ شهد العالم تقدماً مطرداً في فهم أسس الوراثة في الكائنات الحية. وفي العشرينات من القرن الماضي اكتشف العالم «**ميلر**» أن الإشعاع يحفز التغيرات في النبات والحيوان، أما في الثلاثينات والأربعينات فقد تم اكتشاف العديد من الأساليب الجديدة للتعامل مع الصبغيات والمُورِّثات، مثل استخدام مادة «الكولشيسين» – مادة كيميائية تستخلص من نبات اللحلاح (Colchicum Autumnale) ولها القدرة على إحداث طفرات وتغيير في التركيب الوراثي للخلايا النباتية – في مضاعفة عدد الصبغيات في الذرة الهجين وغيرها من المحاصيل، وكذلك استخدام مواد كيميائية أخرى للحث على الطفرات.

ومع اكتشاف اللولب المزدوج لهيكل الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) في عام ١٩٥٣م من قِبل "**جيمس واطسون**» و «**فرانسيس كريك**» حدثت ثورة من التقدم في مجال علمي الوراثة والأحياء الجزيئية، بتوالي سلسلة متصلة من الاكتشافات، حيث أجريت في السبعينات تجربة الاستنساخ الوراثي لإنتاج بعض الهرمونات مثل الإنسولين البشري داخل خلايا البكتيريا، وتبع ذلك إنتاج نباتات تحمل صفات وراثية جديدة تعطيها طعم أو لون أفضل، أو درجة تحمل أعلى للمبيدات، أو مقاومة الآفات، وكذلك حيوانات تنتج ألبان بكميات أكبر، أو لحوم خالية من الدهون، بالإضافة للكثير من المنتجات الصيدلانية.

تعد المُورِّثات (Genes) هي الوحدات الوظيفية للوراثة، وهي عبارة عن قطع من الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) كل منها له طول وتتابع محدد من النيوكليوتيدات. وقد يكون للمُورِّث الواحد صور مختلفة تسمى أليلات (Alleles)، وهي إما أن تكون سائدة (Dominant) – لها القدرة على التعبير في ظهور الصفة – أو متنحية (Recessive) يختفي أثرها في وجود المُورِّث السائد، وينتج عن ذلك تباين الصفات الوراثية التي تُورّث مثل لون العين وفصائل الدم.

يعمل المُورِّث على تنظيم عملية تكوين البروتين أو الإنزيم عن طريق عملية التعبير الوراثي (Gene Expression). ويحتوي الجسم البشري على حوالي ٣٤,٠٠٠ مُورِّث مشفر يمثل حوالي ٣٪ من حجم الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA). مُكوِّناً ما يُعرف بالجينوم (Genome) أو المجين أو المجموع الوراثي.

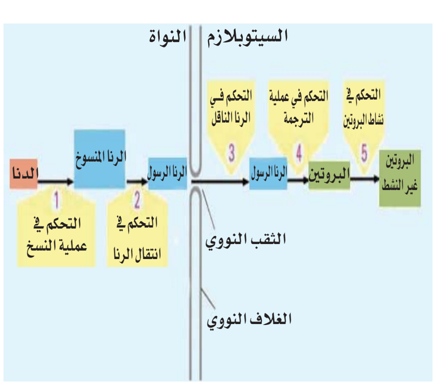
هناك العديد من المفاهيم الوراثية يمكن إبراز أهمها فيما يلي:

● الجينوم

الجينوم (Genome) عبارة عن مجموع مُورِّثات النوع البشري أو الحيواني أو النباتي، وهو ثابت في جميع خلايا وأنسجة وأعضاء الكائن الحي إلا إذا تعرض أحد أجزائه لحدوث تغير في تركيب أو عدد الصبغيات وهو ما يسمى بالطفرات.

● الطراز الوراثي والطراز المظهري

الطراز الوراثي (Genotype) هو التراكيب الوراثية التي يحملها الفرد على شكل مُورِّثات سواءً كان ذلك زوج أو أكثر من المُورِّثات، وهو المسؤول عن تكوين الطراز المظهري (Phenotype)، الذي هو عبارة عن صفات الكائن الحي المظهرية التي تُشاهد بالعين (مثل الطول والقصر والشكل واللون) أو الوظيفية أو التركيبية الناتجة عن تأثير المُورِّثات.



■ خطوات التعبير الجيني الوراثي.

● التعبير الوراثي

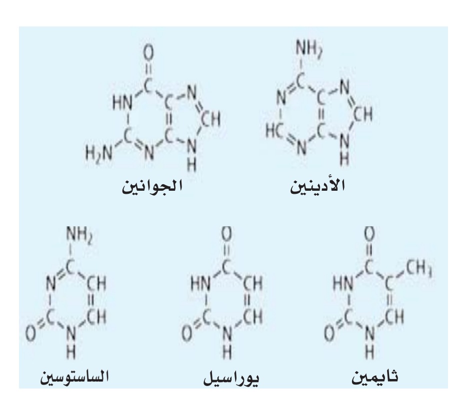
التعبير الوراثي (Gene Expression) هو تحويل لغة النيوكليوتيدات المكوِّنة للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكوِّنة للبروتين. وتتم في خطوتين متتاليتين هما النسخ والترجمة.

● النسخ

النسخ (Transcription) عملية يتم فيها نقل المعلومات الوراثية من الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) والمثلة في صورة ترتيب معين (شفرة الوراثة) من النيوكليوتيدات إلى تتابع مكمل من النيوكليوتيدات في الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، أو الناقل (tRNA)، أو الريبوزومي (rRNA).

● الترجمة

الترجمة (Translation) عملية يتم فيها تحويل لغة النيوكليوتيدات على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكونة للبروتين، وتتم عملية الترجمة بواسطة الريبوزومات بمساعدة الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) والحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA). وتُكَوِّن البروتينات داخل خلايا الكائن الحي البروتيوم (Proteome). ويختلف البروتيوم من خلية إلى أخرى، ومن نسيج لآخر، ومن عضو لآخر حسب حالة الخلية ونشاطها، وتعد البروتينات



■ القواعد النيتروجينية الداخلة في تركيب كل من الدنا والرنا.

أو مشتقاتها هي المسؤولة عن إعطاء الطراز المظهري للصفة.

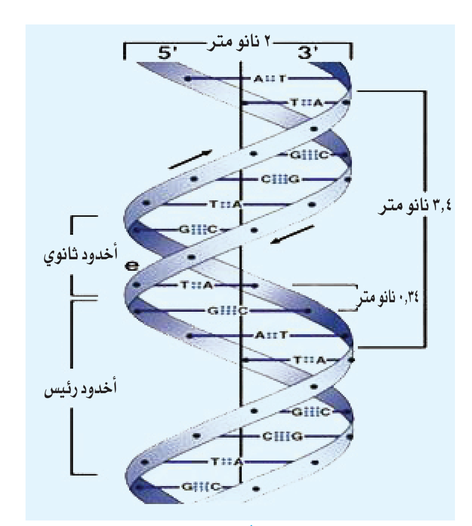
● شفرة الوراثة

تعد القواعد النيتروجينية الأدينين (Adenine – A) والجوانين (Guanine – G) والثايمين (Thymine – T) والسايتوسين (Cytosine – C) أبجديات الوراثة الأربعة في الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA)، أما في الحمض النووي الريبوزي (RNA) فهناك الأدينين (A)، والجوانين (G)، والسايتوسين (C)، إضافة إلى اليوراسيل (Uracil – U). ويبلغ عدد الأحماض الأمينية التي تدخل في بناء سلسلة أي بروتين عشرون (٢٠)؛ وعليه فقد ثبت أن الحروف الأربعة في شفرة الوراثة (Genetic Code) تقرأ في كلمات (كودونات) كل منها ثلاثية (٤[٣])،

الحرف الثاني

الحرف الأول	U	C	A	G	الحرف الثالث
U	UUU Phe	UCU	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC	UCC Ser	UAC	UGC	C
	UUA Leu	UCA	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG	UCG	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU	CCU	CAU His	CGU	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC	CGC Arg	C
	CUA	CCA	CAA Gln	CGA	A
	CUG	CCG	CAG	CGG	G
A	AUU	ACU	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC	AGC	C
	AUA	ACA	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU	GCU	GAU Asp	GGU	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC	GGC Gly	C
	GUA	GCA	GAA Glu	GGA	A
	GUG	GCG	GAG	GGG	G

■ جدول (١) شفرة الوراثة ذات الكودونات الثلاثية توضح ٦٤ شفرة وراثية منها شفرة للبداية وثلاثة للنهاية وبقية الكودونات تعبر عن الأحماض الأمينية العشرين.



■ الدنا: الحلزون المزدوج ويوضح أن كل ١٠ نيوكليوتيدات تكون لفة كاملة طولها ٣,٤ نانوميتر والمسافة بين كل قاعدة والتي تليها ٠,٣٤ نانوميتر، وارتباط القواعد المتقابلة على الخيطين بروابط هيدروجينية (ثلاث روابط بين الجوانين والسيتوزين، رابطتين بين الأدينين والثايمين)

أي تتكون من تتابع ثلاث نيوكليوتيدات لتكون ٦٤ كلمة وراثية (شفرة الوراثة)، منها كلمة للبداية (AUG)، وتعبِّر عن الحمض الأميني الميثيونين (Methionine) وثلاثة للنهاية هي (UAG,UGA,UAA) وبقية الكودونات (٥٩) تعبِّر عن بقية الأحماض الأمينية العشرين (١٩ حمض أميني)؛ وعليه يكون لكل حمض أميني شفرة أو أكثر (Degeneracy of Codons). ويتضح من الجدول (١) أن الحمض الأميني التريبتوفان يُعبِّر عنه بكلمة واحدة (مثل الميثيونين)، وبقية الأحماض الأمينية (١٨) لكل منها كلمتين أو أكثر، وعلى سبيل المثال هناك ست كلمات للحمض الأميني سيرين وكذلك الأرجنين، يقابل كل كودون على الحمض النووي الريبوزي الرسول مضاد له على الحمض النووي الريبوزي الناقل يسمى مضاد الكودون (Anticodon). وقد ثبت أن الشفرة الوراثية عامة (Universal) منذ بدء الحياة حتى الآن، حيث أن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية في كل الكائنات الحية التي تمت دراستها، ويدل هذا على أن كل الكائنات الحية الموجودة على وجه الأرض قد نشأت من أسلاف مشتركة.

أنواع الحمض النووي الريبوزي

هناك أنواع عديدة من الحمض النووي الريبوزي RNA ، ثلاثة منها تلعب دوراً أساسياً في عملية التعبير عن الشفرة الوراثية وتصنيع البروتين وهي:

- الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA): ويتم نسخه بأطوال مختلفة على حسب طول المُورِّث المشفر الذي نسخ منه. وتنتج معظم الخلايا كميات قليلة لآلاف الجزيئات المختلفة من الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، كل منها يترجم لبروتين على حسب حاجة الخلية.

- الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA): ويقوم بنقل الأحماض الأمينية المعبِّرة عن الشفرة الوراثية المقروءة على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، حيث يوجد لكل حمض أميني من الأحماض الأمينية العشرين المعروفة حمض نووي ريبوزي ناقل أو أكثر. ويوجد حوالي ٣٢ نوع مختلف من الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) في الخلية حقيقية النواة، كل واحد منها ينتج من مُورِّث خاص به. ويتراوح طولها بين ٧٣-٩٣ نيوكليوتيدة. ويكون جزء منها حلزون مزدوج وبقية الأجزاء تكون مفردة لتكون ٣ التفافات (٣ loops). وعند أحد الالتفافات توجد ٣ قواعد مفردة تسمى بمضاد الشفرة (Anticodon)، ويكون تتابعها مكملاً للكودون (الشفرة) الموجودة على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، وعند تكاملهما معا يتم وضع الحمض الأميني المراد في مكانه الصحيح على امتداد سلسلة البروتين الأولية (عديد الببتيد).

-الحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA): ويدخل في تركيب الريبوزوم (Ribosome)، وهو أحد عضيات الخلية، المسؤول عن عملية الترجمة بمساعدة الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA).

أهم مجالات التقنية الحيوية

مع بداية استخدام المادة الوراثية في الكائنات الحية للحصول على منتجات مفيدة للإنسان تم تداول واستخدام وتدريس مصطلح التقنية الحيوية الحديثة (لتمييزها عن التقنية الحيوية التقليدية القديمة التي تعنى باستخدام الكائنات الحية في عمليات حيوية مثل التخمر والتعطين).

وبدأت تظهر مجالات عديدة للتقنية الحيوية منها:

- التقنية الحيوية الزراعية (Agricultural Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بالنبات والحيوان.

- التقنية الحيوية الطبية (Medical Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بصحة الإنسان.

- التقنية الحيوية البيئية (Environmental Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بخدمة البيئة والمحافظة عليها.

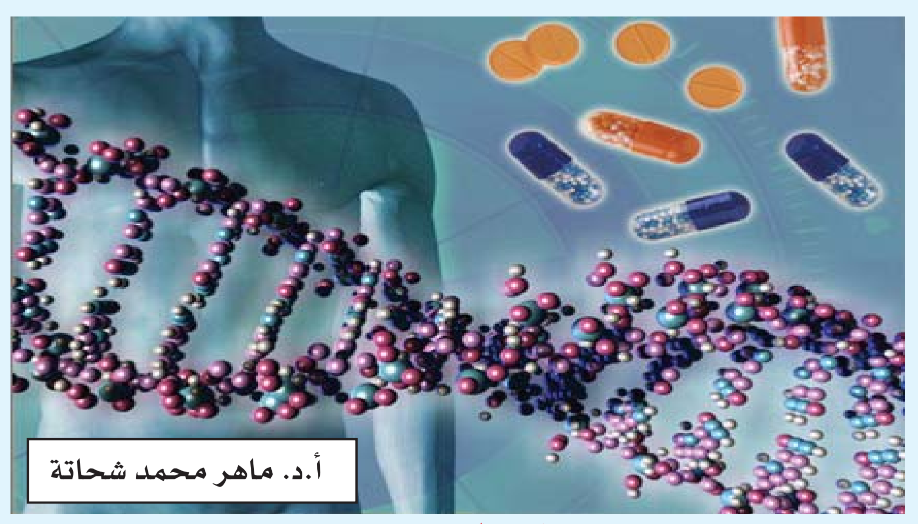
- التقنية الحيوية الصناعية (Industrial Biotechnology) وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بالمجال الصناعي.

- التقنية الحيوية والمعلوماتية الحيوية (Bioinformatics): وتختص باستخدام الحاسبات الآلية لتحليل نتائج الدراسات الحيوية.

- التقنية الحيوية متناهية الصغر (Nano-Biotechnology) وتختص بالأبحاث والأنشطة على مستوى النانو وخاصة في مجال إنتاج الأدوية.

وقد ساعدت الاكتشافات الجديدة على تعزيز صناعة التقنية الحيوية على المستوى التجاري، لا سيما في أمريكا الشمالية وأوروبا، وبدأت العديد من الشركات الكبرى استثمارات كبيرة لتحسين إنتاج أنواع النباتات الزراعية كوسيلة لمعالجة الفقر والأمن الغذائي للبشر في البلدان النامية.

الجينوم والبروتيوم



أ.د. ماهر محمد شحاتة

شهدت بداية الألفية الثالثة إنجازاً علمياً عظيماً سيكون له في المستقبل القريب أثراً بالغاً في حياة البشرية في جميع جوانبها المختلفة، وقد تمثل ذلك الإنجاز في الانتهاء من أغلب محتويات الخريطة الوراثية (الجينية) - فيما يعرف بمشروع الجينوم (Genome) أو المادة الخام لكتاب الحياة - ومعرفة تسلسل الشفرة الوراثية كوسيلة لمسح وفحص وتعريف الجينوم المحددة لكثير من الكائنات الحية من نبات وحيوان وكائن دقيق. وتنبع أهمية هذا الإنجاز في أنه سيساعد على تحسين نوع الكائن الحي من حيث القضاء على الأمراض الوراثية والمحافظة على الصحة العامة وتحسين الخدمات الصيدلية، فضلاً عن زيادة وتحسين الإنتاجية في كثير من المنتجات الغذائية.

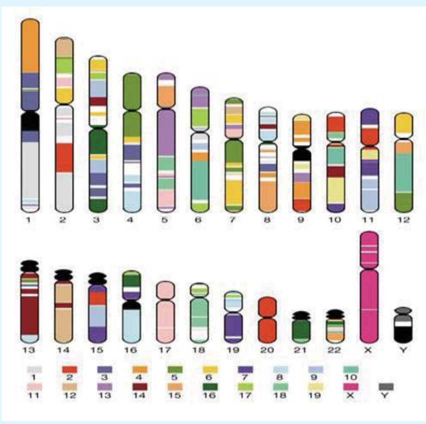
من جانب آخر صاحب إنجاز مشروع الجينوم قيام مشروع أكثر تعقيداً يتناول جميع بروتينات كل خلية بجسم الكائن الحي فيما يعرف بمشروع البروتيوم (Proteome). ولما كان مشروع الجينوم تحدياً كبيراً آنذاك فإن مشروع البروتيوم يُعد تحدياً أكبر من ذلك بكثير، في كونه يتناول مكونات كل بروتين من بروتينات الخلية المتعددة.

يستعرض هذا المقال موضوعي الجينوم والبروتيوم من حيث التعريف بهما وأهميتهما والمستقبل الذي ينتظر البشرية عند سبر أغوار ذلك العلم الغزير.

تعريف الجينوم

الجينوم عبارة عن جميع مورثات (جينات) جسم الكائن الحي. أي ما يسمى بالجهاز الوراثي للكائن الحي، فمثلاً يتألف الجهاز الوراثي للإنسان - يحمله كل حيوان منوي أو بويضة - من جديلة طويلة مقسمة على ٢٣ صبغي (Chromosome) متباينة في الطول، شكل (١). حيث يتكون كل صبغي كيميائياً من المادة الوراثية (DNA) - الحمض النووي منقوص الأكسجين- مغلفة بالبروتينات.

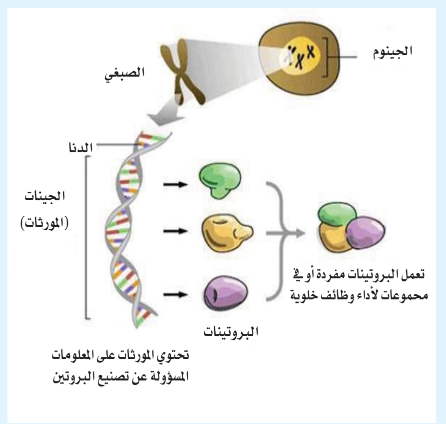
يمكن وصف الجينوم البشري بأنه خارطة تصف جميع المورثات التي تحكم جسم الإنسان وتحدد مجموع صفاته البدنية والنفسية. وعندما ينشط المورث فإنه يعبر عن نفسه بنسخ الدنا (DNA)، ويدفع الخلية لإنتاج الأحماض الأمينية التي تلتحم ببعضها حسب الشفرة على المورث، منتجة بروتين له وظيفة محددة بالجسم، شكل (٢)، وكل شيء في الجسم يكاد يكوِّن بروتيناً أو مركب آخر يدخل في تصنيعه البروتينات. وعليه تُعد المورثات حاملة للتعليمات الوراثية اللازمة لنمو الجسم وعمله، وبالتالي مسؤولة عن التحكم في الصفات الوراثية، حيث يتسبب اختلاف قاعدة داخل المورث - فيما يسمى بالطفرة - في عطب له ويفقد وظيفته أو ينتج بروتين خاطئ تكون نتيجته مرض وراثي.



■ شكل (١) الصبغيات البشرية وعددها ٤٦ (٢٢ + XY في الذكر، ٢٢ + XX في الأنثى).

أهداف وخطوات مشروع الجينوم البشري

كان الهدف الأساس لمشروع الجينوم البشري هو «التشريح الجزيئي للجهاز الوراثي البشري» أي معرفة التسلسل الكامل للنيوكليوتيدات المكوِّنة له، فترتيبها هو المهم. وقد تم التخطيط للمشروع في منتصف الثمانينات، لكنه بدأ رسمياً في أول أكتوبر عام ١٩٩٠م، وقد شارك فيه علماء من تخصصات مختلفة منها الأحياء والكيمياء والرياضيات والحاسب الآلي والهندسة. وقد أُجريت الأبحاث في معامل منظمة العوامل الوراثية البشرية - هوجو -(Human Genome Organization- HUGO) في الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا واليابان وبريطانيا وفرنسا، وسُمي بالمشروع العالمي العام للجينوم البشري



■ شكل (٢) الجهاز الوراثي يوضح العلاقة بين الجينوم والبروتيوم في الكائن الحي.

(Public International Human Genome Project) بتكلفة بلغت ٢,٧-٣ مليار دولار. من جانب آخر قامت الصين بمشروع وطني مستقل يهدف أساساً لدراسة الجينوم الخاص بشعبها.

وقد اقترح الفريق البحثي للمشروع العالمي العام ضرورة دراسة التسلسل الكامل لخمسة نماذج من كائنات حية مختلفة للمساعدة في الفهم الصحيح لنتائج المشروع وعقد المقارنات والعلاقات بين الكائنات. وقد كانت النماذج المقترحة هي: بكتيريا (Escherichia Coli)، فطر الخميرة (Sacharomyces Cerivisiae)، أحد الديدان (Caenorhabditis Elegans)، حشرة الدروسوفيلا (Drosophila Melanogaster)، والفأر (Mus Musculus).

اعتقد البعض عندما بدأ المشروع بشكل رسمي بأن هذا الأمر قد يستغرق ٢٠ عاماً أو أكثر حتى يكتمل، حيث كان مخططاً له أن ينتهي في ٣٠ سبتمبر عام ٢٠٠٥م، غير أن استراتيجيات تقنيات قراءة التسلسل وأجهزة الكمبيوتر والإنسان الآلي قد تطورت بشكل مذهل أثناء إنجاز خطوات المشروع ليمضي المشروع بخطوات أسرع بكثير مما كان متوقعاً، فتقرر أن ينتهي المشروع في أبريل عام ٢٠٠٣ م في ذكرى مرور خمسين عاماً على ظهور بحث **«واطسون» و«كريك»** المتعلق بنموذج الحلزون المزدوج لشكل الدنا (DNA)، لكن على غير المتوقع أعلن رئيس المشروع **"فرانسيس كولينز» (Francis Collins)** أنه سينشر المسودة الأولى للجينوم في يونيو عام ٢٠٠٠م، وكان السبب في هذه العجلة أن شركة خاصة تُسمى "سيليرا" (Celera) ظهرت في الصورة ودخلت حلبة السباق، وقرر رئيسها **"كريج فنتر» (Craig Venter)** أنه سينتهي من المشروع – المشروع الخاص – قبل المشروع العالمي العام، وأنه سينشر المسودة قبل نهاية عام ٢٠٠٠م، فاضطر رئيس المشروع العام أن يشاركه في الإعلان، وبذلك ظهرت المسودة غير كاملة، ولم يحدد فيها الكثير من مواقع المورثات، وبقيت بعد ذلك كمعضلة يجب حلها لإضافة وشرح وتفسير تلك النواقص، بعد تحديد مواضع المورثات ووصف تركيبها. وسيتطلب هذا الأمر عقوداً من العمل الجاد، لأن سلسلة الجينوم شيء وتفهمه والاستفادة منه شيء آخر، لأنه يتطلب الكشف عن وظيفة كل مورث و عن البروتين الذي يشفر له هذا المورث. وهذا هو المشروع الثاني الذي أُطلق عليه البروتيوم (Proteome)، فيما يُعرف بمجموع البروتينات التي تنتجها خلايا جسم الكائن الحي.

طرق دراسة تسلسل المادة الوراثية

يتطلب دراسة تسلسل المادة الوراثية معرفة تتابع النيوكليوتيدات المكوِّنة للمورثات التي تعد أجزاء من الدنا (DNA) الموجود داخل الخلية. وهناك استراتيجيتان لدراسة تسلسل المادة الوراثية هما:

- **الوسائل التقليدية**

تشمل الوسائل التقليدية ما يلي:

■ **طريقة نهاية السلسلة (Chain Termination Method):** ويطلق عليها أيضاً (Di-deoxy Method)، أو طريقة "سانجر وكولسون" (Sanger & Coulson Method) نسبة للعالمين اللذين اقترحاها عام ١٩٧٧م من جامعة كامبريدج الإنجليزية. وتعتمد طريقة نهاية السلسلة على ما يلي:

١ـ تقطيع الدنا (DNA) لأجزاء.

٢ـ استخدام كل جزء كقالب **(Template)** لبناء خيط جديد في وجود بادئ (Primer) وإنزيم بلمرة (DNA Polymerase)، والنيوكليوتيدات الأربعة (dNTPS, dATP, dGTP, dCTP & dTTP).

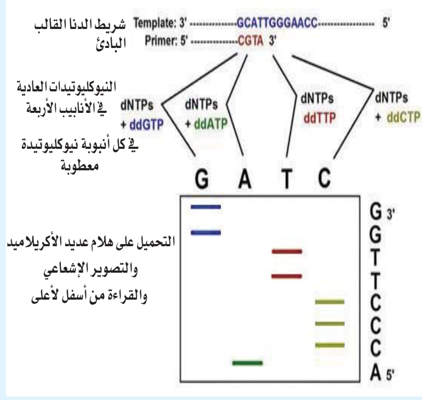
٣ـ قيام الإنزيم ببناء الخيط الجديد بناءاً على المعلومات المقروءة على القالب، حيث يعتمد الإنزيم في ربط النيوكليوتيدات ببعضها على وجود مجموعة هيدروكسيل (OH) حرة في تركيب النيوكليتيدة عند النهاية شكل (٣).

٤ـ إضافة أربعة نيوكليوتيدات معطوبة (محورة) ddNTPs, ddATP, ddGTP, ddCTP & ddTTP- - ليس فيها مجموعة هيدروكسيل عند النهاية (٣`). وبذلك لايستطيع الإنزيم أن يضيف لها فتتوقف السلسلة.

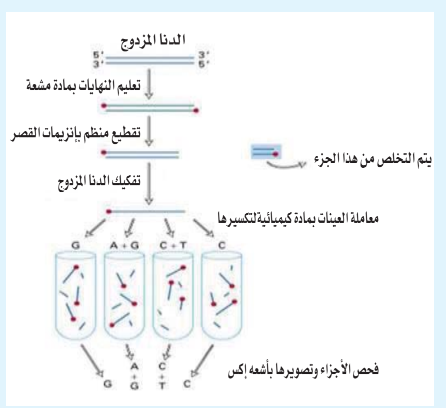
٥ـ اشتمال الوسط على خليط من شرائط الدنا (DNA) مختلفة الأطوال.

٦ـ فصل الأجزاء مختلفة الأطوال على هُلام من مادة كيميائية (الأكريلاميد) (Polyacrylamide) وتصويرها بالأشعة السينية (X-Ray) لمعرفة تتابع الدنا (DNA)، حيث يمكن بهذه الطريقة قراءة في حدود عدة مئات من النيوكليوتيدات (٣٠٠-٥٠٠ نيوكليوتيدة).

■ **طريقة الانحلال الكيميائي (Chemical Degradation Method):** ويُطلق عليها أيضاً (Maxam & Gilbert Method) نسبة للعالمين اللذين اقترحاها عام ١٩٧٧م من جامعة هارفارد الأمريكية، وتعتمد على استخدام مواد كيميائية سامة مثل (Dimethyl Sulfate & Hot Piperidine) لتكسير الدنا (DNA) شكل (٤)، ويمكن



■ شكل (٣) تقنية نهاية السلسلة لقراءة تسلسل المادة الوراثية والتي كانت تستخدم لقراءة أطوال في حدود من ٣٠٠-٥٠٠ نيوكليوتيدة.



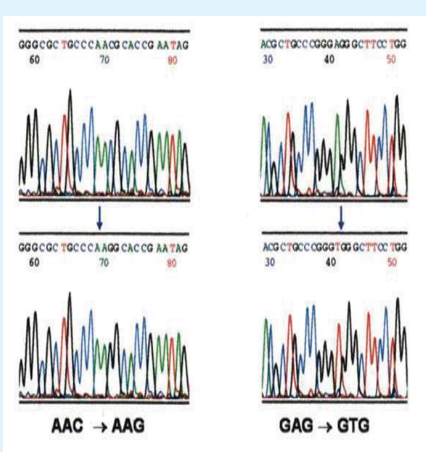
■ شكل (٤) تقنية الانحلال الكيميائي لقراءة تسلسل المادة الوراثية والتي كانت تستخدم لقراءة أطوال في حدود ٢٥٠ نيوكليوتيدة.

بواسطتها قراءة في حدود (٢٥٠ نيوكليوتيدة). وحيث أن هذه الطريقة تعتمد على استخدام مواد سامة، فإن استعمالها كان على نطاق ضيق، وحالياً لا تُستعمل في أي من المختبرات العالمية.

● **الوسائل الآلية**

وضعت الوسائل الآلية (Automated) في تسعينات القرن الماضي، وقد كان لها الأثر الأكبر في إنهاء مشروع الجينوم قبل الموعد المحدد. وتعتمد هذه الطريقة على أجهزة حديثة تستخدم فيها أجهزة وصبغات كيميائية (Dyes) تعطي ألواناً تعبِّر عن النيوكليوتيدات الأربعة المكوِّنة للدنا - على سبيل المثال الأدنين باللون الأخضر، والثايمين باللون الأحمر، والجوانين باللون الأسود، والسيتوسين باللون الأزرق - ومنها يُكتب تتابع (DNA) بسهولة، شكل (٥).

تلى ذلك ظهور أجيال متعاقبة من الأجهزة والتقنيات، والتي مكنت من قراءة أطوال في شهر لم تكن لتُقرأ في السابق إلا في سنوات، كما ظهرت في الوقت الحالي العديد من الأجهزة المتطورة - خاصة من شركة (Applied Biosystems)، وشركة (Roche)، وشركة (Illumina) - وتعتمد كلها على استخدام برامج الحاسب الآلي لقراءة أطوال تصل من آلاف إلى ملايين أو بلايين النيوكليوتيدات- لم يكن في الإمكان الحصول عليها في السابق، وفي وقت قياسي قصير. وقد وعدت - أخيراً- شركة (Pacific Biosystems)



■ شكل (٥) الطريقة الآلية لدراسة تسلسل المادة الوراثية وفيها يعبر عن كل نيوكليوتيدة من النيوكليوتيدات الأربعة بلون مختلف، وتستخدم لقراءة أطوال تصل من آلاف إلى ملايين النيوكليوتيدات.

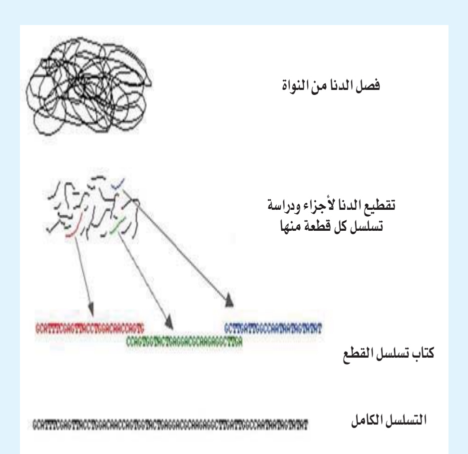
بأنها سوف تطرح في الأسواق عام ٢٠١٠م جهاز جديد سوف تكون تكلفة معرفة الجينوم البشري للفرد في حدود ١٠٠٠ دولار فقط. وتأمل بعض الشركات الكبرى مستقبلاً في إمكانية حصول كل فرد على تتابع جينومه خلال ساعات أو دقائق وبتكلفة لا تتعدى عدة دولارات!

دراسة تسلسل المادة الوراثية للجينوم البشري

شملت دراسة التسلسل للجينوم البشري جمع عينات من الذكور (الحيوانات المنوية) والإناث (دم) من أفراد مختلفة من العاملين في القطاع الحكومي وبعض المتطوعين من عدة دول، وتم فصل الصبغين الجنسيين من عدد ٢٤ صبغي - ٢٢ صبغي جسدي بالإضافة إلى الصبغيات الجنسيين (x, y) - وفُصل الدنا (DNA) من كل صبغي بعد تجزئته، ودراسة تسلسل كل جزء، وكتابة التسلسل الكامل لكل صبغي على حدة شكل (٦)، ثم جمع التسلسل الكامل لجميع الصبغيات، حيث نُشر أول تسلسل لأقصر صبغي – رقم ٢٢ - عام ١٩٩٨م، بينما نُشر آخر تسلسل لأطول صبغي – رقم ١ - عام ٢٠٠٦م.

الإعلان الرسمي لنشر مسودة مشروع الجينوم البشري

أعلن الرئيس الأمريكي «**بيل كلينتون**» ورئيس الوزراء البريطاني «توني بلير» يوم الإثنين ٢٦ يونيو عام ٢٠٠٠م من الغرفة الشرقية في البيت الأبيض الأمريكي في حضور «**فرانسيس كولينز**» و «**كريج فنتر**» وكوكبة من الحضور عن الانتهاء من ٩٠٪ من مسودة خريطة الجينوم البشري، وقد حظيت هذه المسودة بترحيب علمي عالمي. وأثار إعلانها ضجة عالمية كبرى ظلت أصداؤها تتردد بكل مكان بالعالم حتى وقت قريب، حيث أن هذا كان يعد أمراً غريباً. تلى ذلك تدفق المعلومات الوراثية يومياً على الانترنت طيلة



■ شكل (٦) طريقة توضيحية تعبر بصورة مبسطة جدا كيفية دراسة تسلسل الجينوم البشري.

السنوات الماضية. وأُعلن - بشكل رسمي - أنه بعد استخدام أحدث الأجهزة التقنية المتاحة في هذا المجال فإن الخريطة الوراثية تتألف من حوالي ثلاثة بلايين نيوكليوتيدة (فعلياً ٣,٢ بليون) تمثل لَبِنات الحمض النووي التي تشكل مجموعة العوامل الوراثية الكاملة للجنس البشري ومقسمة على ٣٤ ألف مورث. وتمثل الهدف على مدى السنوات الثلاثة التالية (لتاريخ الإعلان) في ملء الفراغ في تسلسل الحمض النووي، حيث اكتمل فك الشفرة الوراثية الآن بنسبة ١٠٠٪.

وُصف هذا الإنجاز بأنه تاريخي وسوف يفتح حقبة جديدة في العلوم البيولوجية والطبية الحديثة، وقال رئيس فريق شركة "سيليرا" إن نسبة الدقة في الخريطة تصل إلى ٩٩٪، وقال الباحثون: الذين اشتركوا في إعداد الجينوم: إنه ساعدهم حتى قبل اكتماله في تطوير اختبارات جديدة للكشف المبكر عن أنواع عديدة من السرطان، وسيتم استخدام هذه البيانات في تشخيص ومكافحة أمراض الدورة الدموية والسكر والقلب. وفي ألمانيا صرح "**هيلموت بلوك**" منسق المشروع الألماني للمورثات البشرية بأن الأبحاث ربطت بين ١٥٠٠ من إجمالي ٣٤ ألف مورث بشري وبين بعض الأمراض التي تصيب الإنسان. ويعتزم الباحثون في منظمة هوجو مواصلة دراساتهم للوصول إلى مرحلة تتيح لأي شخص مهتم بهذا الأمر أن يشتري الخريطة الوراثية الخاصة به مقابل مبلغ لا يزيد على ألف

دولار. وسيقدم ذلك لهؤلاء الأشخاص مؤشراً على احتمال إصابتهم ببعض الأمراض المرتبطة بالمورثات. ومن المنتظر أن يستخدم الجينوم في سلسلة واسعة من الأغراض تبدأ من تطوير أدوية جديدة، حتى مكافحة الإرهاب الأحيائي (البيولوجي).

بجانب ذلك قام معهد "**ويلكم ترست سانجر**" – المعهد البريطاني الوحيد الذي شارك في هذا المشروع الدولي – بأكبر إسهام، حيث أكمل ثلث التسلسل الوراثي. ومن جانبه قال مدير المعهد **آلان برادلي**: إن اكتمال خريطة المورثات البشرية يعد خطوة مهمة على طريق طويل سيعود بنفع عظيم على الصحة البشرية". وأضاف "ساعد أحد أجزاء هذا العمل فقط وهو تسلسل الصبغي رقم ٢٠ على الإسراع في البحث عن المورثات المسؤولة عن مرض السكر وسرطان الدم وأكزيما الطفولة". وأضاف قوله: "إنه لا ينبغي توقع إحراز تقدم سريع ومفاجئ، غير أنه لا شك أننا تعاملنا مع أحد أكثر الفصول إثارة في كتاب الحياة".

كانت المعاهد الأمريكية أكبر المشاركين في المشروع. وأشار مدير المعهد القومي الأمريكي لأبحاث الجينوم البشرية إلى فوائد هذه البيانات على المدى البعيد، وقال: "تتمثل أحد أهدافنا في تحديد المورثات التي تسبب التعرض للنوع الثاني من مرض السكر".

ومن نتائج المشروع أن المسودة سمحت للباحثين بالبدء في مشاريع الطب البيولوجي، كما أن معرفة التسلسل الكلي لثلاثة بلايين حرف من الشفرة الوراثية في الحامض النووي ستمنح العلماء الفرصة في استكشاف كل شيء تحدده المورثات في حياتنا. ويمكن الآن تحديد المورثات في أيام بدلاً من سنوات. أما بالنسبة للطب فيتمثل التحدي الحقيقي في معرفة المورثات التي تسبب حالة معينة للتوصل إلى كيفية التعامل معه. ولتحقيق ذلك سيحتاج العلماء إلى فهم كيفية تفاعل البروتينات للبناء والحفاظ على أجسامنا.

ويؤكد العلماء أن الكشف عن تركيب الصبغيات التي تتكون منها الشفرة الوراثية للإنسان سيؤدي إلى معرفة العوامل الوراثية التي تسبب مختلف الأمراض، ويؤذن بحقبة جديدة في عالم الطب تعطي أملاً في المعرفة العميقة لكثير من الأمراض المستعصية، مثل: السرطان وأمراض القلب والشيخوخة، وتعقيدات جهاز المناعة.

ويعتقد العلماء أنهم بمساعدة المعطيات الجديدة سيتمكنون للمرة الأولى في تاريخ البشرية من وضع أدوية وفق المواصفات الوراثية للمريض على أساس استجاباته التي يمكن توقعها من تكوينه الوراثي، وبالتالي سيتم علاج الأمراض حتى قبل ظهور أعراضها. وسبحان الله «**علم الإنسان مالم يعلم**» (سورة العلق – الآية ٥).

الجينوم ومستقبل الطب

إن الثورة القائمة حالياً في مجالات الجينوم سوف تسهم بإذن الله في تغيير قطاعات هائلة من الاقتصاد، وتبديل تقنيات التكاثر، وتعديل طرق التحكم في العواطف. وسوف تستفيد مهنة الطب في عصر الجينوم من التحسن الذي طرأ على الأدوية وأساليب التشخيص وازدياد فاعلية معالجة الأمراض، لكنها ستواجه أيضاً المعضلات الناجمة عن تسارع استخدام التقنية الراقية في الطب. كما أن القدرات التشخيصية والعلاجية الجديدة ستسهم في فتح أبواب من المعرفة المسببة للآلام، وطرح خيارات وموازنات صعبة، فهل نريد حقا أن نعرف أننا عرضة للإصابة بالسرطان أو الزهايمر أو أمراض القلب. وما هي فرص توريث أطفالنا استعدادات وراثية غير مرغوبة، وما المعايير التي تحدد ما إذا كان يمكن أو لا يمكن استخدام الأجنة البشرية في إنماء أنسجة للمرضى البالغين؟ وهل ينبغي أن يمتلك الوالدان القدرة على اختيار الصفات والخصائص لأطفالهم؟

سوف تؤثر موجة التغيرات التي أحدثها مشروع الجينوم البشري في مجال الطب خلال فترة تمتد من عشر إلى خمس عشرة سنة. ولن تنشأ التحديات من إجراء اختبارات محددة على مورثات مخصوصة لها علاقة بأمراض محددة، بل من اختبار جينوماتنا بكاملها وتحليلها حيث أن هذا يعتمد على عاملين إثنين، هما: توفر طرق موثوقة ورخيصة التكلفة لاختبار الجينومات، وتصور المعنى الحقيقي لمثل هذه المعلومات.

ومن أهم التغيرات المستقبلية المتوقعة حدوث تحول واسع النطاق نحو الطب الوقائي، فعند فهم الدلالات التي تحملها المجموعات المختلفة من المورثات فيما يتعلق بمدى التعرض والقابلية للإصابة بالأمراض، فإنه لا يمكننا تجاهل انعكاسات ذلك. وسوف تبرز أسئلة أخرى، مثل: من الذي سيدفع تكاليف العلاج، لاسيما علاج الأمراض المحتملة في المستقبل؟ ومن الذي تتاح له فرصة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بصحة الأفراد والتكوين الوراثي لهم؟ وما هو مقدار الحرية التي ينبغي السماح بها للأفراد في اختياراتهم الطبية؟

إضافة لذلك فإن هناك تحديات بعيدة المدى، مثل: الكشف عن عملية الإصابة بالشيخوخة، أو تعلم كيفية السيطرة على التركيب الوراثي للجنين، للتمكن من تشكيل مزاج الأطفال وشخصيتهم في المستقبل.

● الصراع بين شركات التقنية الحيوية الدوائية

فور نشر مسودة الجينوم بدأ التسابق والصراع بين شركات التقنية الحيوية الدوائية لابتكار وسائل سهلة لكشف أدق للطفرات التي تفسد عمل المورثات، ولتشخيص أدق للأمراض الوراثية، بالإضافة للبحث عن وتطوير جيل جديد من العقاقير يرتكز على المورثات وتركيبها. ويعكف العلماء لكشف وظيفة كل مورث والكشف عن البروتين الذي يشفر له. وبالاستعانة بالمورثات المشابهة بالكائنات الأخرى الأدنى سيكون التحدي الأكبر هو ترجمة تتابع الحروف إلى فوائد محسوسة تنفع جنس البشر لاسيما في حقل الطب، حيث بدأ الحديث عن إمكانية ظهور ثورة جديدة لتصميم العقاقير اعتماداً على سلسلة المورث المسؤول وبنية البروتين الناتج عنه لتفصل العقاقير للمرضى كل حسب جينومه وتركيبه الوراثي «العقاقير الشخصية». وتجدر الإشارة إلى أن هناك مجال تستخدم فيه المورثات فيما يسمى

«العلاج الجيني» حيث تستبدل المورثات المعيبة بمورثات طبيعية، أو تستخدم المورثات الطبيعية في تدعيم المناعة ضد المرض.

● توابع تأثير نشر المسودة على الفقراء

توالت الأسئلة بين الخاصة والعامة، وبرز السؤال الملح: هل سينعم الفقير بهذه الثورة العلمية مثل الغني؟ أم أن النتيجة ستكون زيادة الظلم والضغط الاجتماعي؟ فخريطة مورثات الفرد ستكشف عن قابليته للإصابة بالأمراض الوراثية، مما يمكنه مبكراً من الانتباه إلى طريقة حياته، لكنها مكلفة للغاية، ولن يستفيد منها إلا قلة. كما برزت بعض المخاوف من إمكانية استغلالها ضد الفقراء عند محاولة الحصول على فرصة عمل جيدة أو التأمين على الحياة ، حيث سيظهر نوع من التفرقة بين البشر على حسب خريطتهم الوراثية، فربما تطلب شركة التأمين أو أصحاب العمل شهادة بخلو الفرد من بعض الأمراض الوراثية المدرجة في أحد القوائم.

وفي استجابة سريعة لهذا الإعلان، وبعد ثلاثة أيام - يوم ٢٩ يونيو عام ٢٠٠٠م - ناقش مجلس الشيوخ الأمريكي مشروعاً مقدماً من الحزب الديمقراطي يهدف إلى حماية الأفراد من التفرقة التي سيفرضها فك الشفرة الوراثية. وتضمن هذا المشروع حظر استخدام المعلومات الوراثية في توظيف أو ترقية الموظفين، كما يحظر على شركات التأمين تحديد قيمة الأقساط بناءاً على المعلومات الوراثية المتوفرة عن الفرد، وكذلك عدم طلب شهادات تفيد بخلو الفرد من أمراض معينة، كما يتيح هذا القانون للفرد إمكانية اللجوء للقضاء إذا ما صادف هذا التمييز الوراثي، ولكن صوت المجلس ضد هذا المشروع (٥٤ صوتا ضد ٤٤)، بينما صوت لصالح قانون بديل (٥٨ صوتا ضد ٤٠) يضع قيوداً شبيهة على استخدام شركات التأمين للمعلومات الوراثية، ولا يشير إلى التمييز الوراثي في مكان العمل أو الحق في رفع القضايا.

● الجينوم لكائنات أخرى

تم دراسة الجينوم لبعض الكائنات الأولية

اسم الكائن	طول الجينوم بالقواعد المزدوجة (bp)	عدد المورثات
Mycoplasma genitalium	٨٥٠٠٧٣	٤٨٥
Mycoplasma pneumoniae	٨١٦٣٩٤	٦٨٠
Chlamydia trachmatis	١٠٤٢٥١٩	٩٣٦
Helicobacter pylori	١٦٦٧٨٦٧	١٥٨٩
Haemophilus influenzae	١٨٣٠١٣٨	١٧٣٨
Streptococcus pneumoniae	٢١٦٠٨٣٧	٢٢٣٦
Listeria monocytogenes	٢٩٤٤٥٢٨	٢٩٢٦
Vibrio cholerae	٤٠٣٣٤٦٠	٣٨٩٠
Mycobacterium tuberculosis	٤٤١١٥٣٢	٣٩٥٩
E. coli	٤٦٣٩٢٢١	٤٣٧٧
Agrobacterium tumefaciens	٤٦٧٤٠٦٢	٥٤١٩
Saccharomyces cerevisiae	١٢٨٠٠٠٠٠	٦٥٤٨
Caenorhabditis elegans	٩٧٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
Drosophila melanogaster	١٨٠٠٠٠٠٠٠	١٦٠٠٠
Arabidopsis thaliana	١٣٠٠٠٠٠٠	٢٦٠٠٠
Oryza sativa	٤١٥٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
Zea mays	٢٥٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
Hordeum vulgare	٥٣٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠

■ جدول (١) طول الجينوم وعدد المورثات لعدد من الكائنات.

والنباتية والحيوانية، ويوضح جدول (١) أهم الكائنات وطول الجينوم وعدد المورثات.

البروتيوم

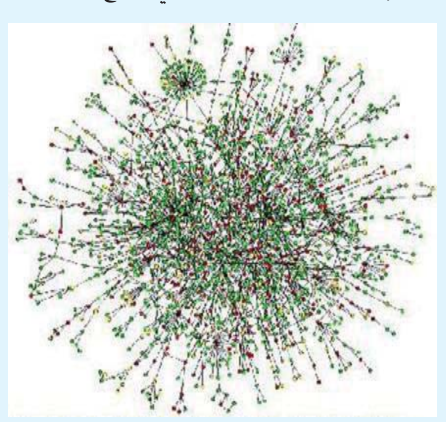
ظهر مصطلح البروتيوم (Proteome) عام ١٩٩٤م بواسطة الباحث الأسترالي "**مارك ويلكينز**"، وجاءت هذه التسمية لتُشير إلى الحصيلة الكلية للبروتينات المتواجدة في كل نوع من أنواع الخلايا الحية على حدة؛ فكل خلايا الكائن الحي الواحد تحتوي الجينوم نفسه، لكن كلها تقريباً تحتوي بروتيومات متباينة. وإذا كان «الجينوم» يعني جميع المورثات الكامنة في خلايا الجسم، فإن «البروتيوم» هو مجموع البروتينات التي تفرزها خلايا الجسم خلال المراحل المختلفة من حياتها، والتي تتكون من عدد من الأحماض الأمينية (Amino Acids) التي ترتبط ببعضها عن طريق روابط ببتيدية (Peptide Bonds) لتكوين سلسلة البروتين - وإذا كان "الجينوم" من التعقيد بحيث ينطوي على ملايين العمليات الكيميائية، فإن "البروتيوم" يحتوي على معلومات تزيد ألف مرة مما يحمله الجينوم، وعليه فإن دراسة البروتيوم تتطلب مزيداً من الجهد والوقت، وعلى سبيل المثال نجد أن العلماء قاموا بدراسة حوالي ١٥٨ بروتين بفطر الخميرة ووجدوا أن تلك البروتينات بينها حوالي ١٩٤٨ مساراً من التداخلات والتفاعلات والعلاقات، مما يدل على درجة تعقيد البروتيوم (شكل ٧).

● أهمية البروتيوم

في منتصف القرن الماضي اكتشف العلماء أن مورثاً واحداً مسؤولاً عن إنتاج بروتيناً واحداً. وفي السبعينات أعاد «**ميشال موراتج**» تكوين مفهوم المورثات، وأثبت أن مورثاً واحداً يمكن أن يشكل عدة بروتينات. وتبعاً لذلك تنتج الخلايا بروتينات مختلفة انطلاقاً من متوالية الحمض النووي (DNA) نفسها. وتكفي هذه التغيرات البسيطة - في غالب الأحيان - إلى تغيير وظيفة البروتين كلياً، وقد يستطيع مورث واحد من إنتاج نحو عشرون بروتيناً مختلفاً. ويُقدر العلماء عدد أنواع البروتينات المنطلقة في الجسم فيما بين ٥٠٠ ألف إلى مليون بروتين، لكن كل خلية من جسمنا لا تحتوي غير عشرة بالمائة من هذا المجموع؛ لأنه في لحظة معينة واستناداً إلى تخصصها لا تعبِّر الخلية إلا عن جزء من مورثها يمثل حوالي ٣٪. ونتيجة ذلك تحتوي كل خلية مجموعة متميزة من البروتينات، وهذا هو البروتيوم الخاص بها، وعليه تعد معرفة كل نوع ضرورية للدراسات الوظيفية والتشخيص الدقيق لبعض الأمراض والدراسات التنبؤية.

وتكتسب البروتيومات (البروتينات) أهمية كبيرة؛ لأنها تحكم تصرفات وأفعال الكائنات الحية، كما أنها تؤدي الأدوار الضرورية لعمل الخلية الحية، مثل:

١- الإنزيمات (Enzymes) التي تسرع التفاعلات



■ شكل (٧) نموذج لعدد ١٥٨ بروتين بفطر الخميرة يوضح أن بينها حوالي ١٩٤٨ مسارا من التداخلات والتفاعلات والعلاقات.

الكيميائية.

٢- المستقبلات (Receptors) التي تخبر الخلايا عن حالة الوسط الخارجي.

٣- البروتينات الناقلة (Transport Proteins) التي تقوم بنقل أو تخزين مركبات كيميائية أو أيونات.

٤- الأجسام المضادة (Antibodies) التي تتعرف على الجسيمات الغريبة في الكائن الحي.

٥- الهرمونات (Hormones) التي تتحكم في الكثير من العمليات.

٦- البروتينات التركيبية (Structural Proteins) التي تدخل في بناء الجسم.

٧- البروتينات التخزينية (Storage Proteins) التي تعد مخازن للطاقة تستغل في عمليات الأيض للحصول على الطاقة.

● طرق دراسة وتحليل البروتيوم

توجد البروتينات داخل الخلية في صورة بسيطة (Simple) أو معقدة ومرتبطة (Conjugated) بمركبات أخرى، مثل: الكربوهيدرات فتُكوِّن (Glycoproteins)، أو الدهون فتكوِّن (Lipoproteins). ولتحليل بروتيوم خلية بالطريقة التقليدية يجب أولاً فصل مكوناتها باستعمال تقنية معروفة باسم التفريد الكهربائي (Electrophoresis) على مادة هلامية هي "ال أكريلاميد" (Polyacrylamide)؛ أي انفصال الجزيئات تبعاً لحجمها أو رقمها الهيدروجيني (pH) في وسط كهربائي. ويتم صبغ كل نوع من البروتينات السابقة بصبغة خاصة ترتبط به، حيث يتم التعرف على أنواعها ونسبها بواسطة جهاز مقياس مطياف الكتلة للتعرف على الأنواع ونسبة كل منها. وهناك نوعان من الأجهزة يستخدمان لدراسة البروتينات، أولهما يسمى (Protein Analyzer) ويعنى بتقدير أنواع الأحماض الأمينية المكونة للبروتين، والثاني يسمى (Protein Sequencer) ويختص بدراسة تسلسل الأحماض الأمينية المكونة للبروتين. وهناك جهاز حديث يسمى "الماسح الجزيئي" (Molecular Scanner) يستطيع القيام بجميع مراحل الفصل والتحليل بدقة وكفاءة عالية، وقد أمكن باستخدامه التعرف على الكثير من البروتينات مع إمكانية ربط وتحليل العلاقات بين العديد من البروتينات المختلفة للاستفادة منها في الدراسات البحثية والتطبيقية.

● بداية مشروع البروتيوم

صاحب إنجاز مشروع الجينوم البشري مفاجآت كثيرة، من بينها أن عدد المورثات في الإنسان ٣٤ ألفاً فقط، وليس ١٠٠ ألف كما اعتقد العلماء لمدة طويلة، ولهذا برز سؤال مهم هو: كيف أمكن تكويننا بمثل هذا الإعجاز والتعقيد من خلال ٣٤ ألف مورث فقط، سارع العلماء بالبدء في مشروع البروتيوم للإجابة على هذا السؤال الصعب، الذي لخصه العالم الأمريكي «**بريان شيت**» فيما يلي: «إن ما نريد اكتشافه هو أن في أعماق كل فرد مائة تريليون خلية.. فما هو نوع كل بروتين تنتجه هذه الخلايا؟». لذلك كان لا بد من ترتيب وجرد وتحليل البروتينات والجزيئات المرتبطة بها ذات الأدوار الجوهرية بالنسبة للكائنات الحية. بعد أن تأكد العلماء أنه لا يكفي معرفة الجينوم المسئول عن حفز الخلايا الحية لإنتاج أنواع بعينها من البروتينات، فإنه ينبغي معرفة حالة الخلايا أثناء الصحة أو المرض.

ويأمل العلماء أن يجيب البروتيوم على هذه التساؤلات الحائرة؛ فالبروتيوم يحتوي على أسرار وتعقيدات تزيد عن الجينوم، وقد يحتاج الفهم الكامل لما تنتجه كل خلية من خلايا أجسامنا من بروتينات أثناء المراحل المختلفة لحياتها، والتي قد تزيد عن مليون نوع من البروتينات المختلفة إلى عشرات السنين. ولهذا فإن مهمة العلماء في هذا المشروع تتسم بالصعوبة الشديدة، حيث أنها مهمة عملاقة تزيد في صعوبتها عن مشروع الجينوم البشري، برغم التقدم العلمي والتقني الذي يتقدم للأمام بخطوات سريعة.

● البروتيوم وصناعة الدواء

عندما يحدث المرض تكون البروتيومات (البروتينات) هي المسؤولة؛ لأنها تكون عاجزة عن حماية الخلية، لأن ميكروباً أدى إلى اضطرابها. ولهذا فالبروتينات هي الهدف الرئيس للأدوية. وإذا أراد العلماء إعطاء المريض جرعات دوائية ناجحة تصيب هدفاً محدداً بوضوح، فلن يكون هذا الهدف سوى أحد البروتينات أو عملية بيولوجية وثيقة الصلة بهذا البروتين. وعلى سبيل المثال عندما يهاجم الفيروس الخلية فهو يسيطر ويهيمن عليها ويعوق تخليق غالبية البروتينات. أما البروتينات التي تصنع بعد الهجوم فإن الفيروس سيستخدمها في عملية التضاعف أو تستعملها الخلية حتى تكافحه. وتعد هذه البروتينات أهدافاً محتملة للأدوية المضادة للفيروسات، ولهذا يعمل العلماء على ابتكار طرائق علمية للمقارنة بين حالتي البروتيوم قبل العدوى وبعدها، وللحصول على دواء جديد قادر على القضاء على هذه الفيروسات. وقد أعلن علماء كنديون في مستشفى «جبل سيناء» في «تورنتو» عن الانتهاء من تحديد بروتيوم «فطر الخميرة» (Saccharomyces Cerevisiae) الذي يتكون من خلية واحدة - أول بروتيوم لكائن حي يتم الانتهاء منه - لتسجل الخميرة سبقاً في عالم البروتيوم. وبالرغم من أن تصنيف هذه البروتينات وترتيبها النهائي لم يكتمل بعد، فإن العلماء يعتبرون أن هذا العمل يمكن أن يغير طريقة تصميم الأدوية والعقاقير في المستقبل القريب.

ينطوي علم البروتيوم على إمكانية صناعة الأدوية من تطوير أدوية رائدة تستطيع أن تلبي متطلبات المجتمعات المتزايدة في كثير من أنحاء العالم من أجل طرق علاج أفضل، حتى يمكن الشفاء بإذن الله من الأمراض الرئيسة. ولقد وصلت مناهج اكتشاف الأدوية التقليدية لصناعة الأدوية إلى أقصى حدود قدرتها على أن تثمر أدوية مبتكرة جديدة. ومع انتهاء فترة براءات اختراع الأدوية الرئيسة، ينبغي على شركات الأدوية الكبيرة أن تملأ مرة أخرى قنواتها لتطوير الأدوية حتى تؤمن نموها المستمر وبقاءها.

وفي النهاية تتراءى أمامنا أسئلة كثيرة عن موقف ودور الدول النامية لمجابهة هذا الغزو والاحتكار والضغط الاقتصادي. فهل لهذه الدول سبيل غير الانتظار عما ستسفر عنه الأيام؟!

كيمياء الزراعة النسيجية

أ.د. ناصر بن صالح الخليفة



تُعد الزراعة النسيجية من بوادر وأساسيات التقنية الحيوية الزراعية، والنقل، والتحسين الوراثي، كما أنها وسيلة لحفظ الأصول الوراثية، وقد نشأت فكرتها من قدرة واستعداد أي خلية نباتية لتتشكل وتَكوِن عضوًا من أعضاء الكائن الحي. وقد َطورت هذه التقنية أساسيات علم النبات خاصة في مجالات الزراعة، والبستنة، والغابات، والمحاصيل، وتربية النبات؛ وذلك من خلال التشكل الجنيني والعضوي. تهدف تقنية الزراعة النسيجية إلى الإكثار الدقيق للنبات (Micropropagation) ومضاعفة خلاياه، وذلك لإنتاج المواد الحية (Bioproducts)، مثل: المواد الصيدلانية أو الغذائية أو العطرية وغيرها.

تتميز تقنية الزراعة النسيجية. مقارنة بالتقنيات التقليدية الأخرى. بالعديد من المميزات التي جعلت منها أداة مهمة بيد الكثير من الباحثين، ومختبرات التصنيع الدوائي والغذائي والصناعي. وتتمثل هذه المميزات في: ضمان نوعية المنتج، وتوفير إنتاج مكثف ومحسن، وسهولة تداولها في النقل والتصدير والاستيراد، وخلوها من الأمراض والميكروبات، ومشابهة الأمهات أو المصادر النباتية. وعلى الرغم من تلك المميزات إلا أن لها بعض العيوب التي تتمثل في: ارتفاع تكلفتها، واحتياجها إلى فنيين ذوي كفاءة عالية من الدقة والتدريب، واحتياجها لتراكيز كيميائية دقيقة، وعمل مكثف لتغيير الأوساط الغذائية، ومتابعة مستمرة شبه يومية.

تعتمد تقنية الزراعة النسيجية بصورة أساس على البيئات (الأوساط) الغذائية المستخدمة في تنشئة، ومضاعفة النباتات، وبصورة أدق على المواد الكيميائية الداخلة في تركيب الوسط الغذائي.

سُجل علم الزراعة النسيجية. نظرياً. عام ١٨٣٩م من خلال نظريات **شلايدن وشوانز (Schlieden & Schwanns)**، وفي عام ١٩٠٢م بحث **هابيلاندت (Habelandt)** زراعة أول خلية نباتية مفصولة في بيئة غذائية تقليدية مركبة كيميائياً، ثم توالت الأبحاث العلمية مع تركيب أوساط كيميائية غذائية، إلى أن أضاف إليها **موراشيجي وسكوج (Murashige & Skoog)** عام ١٩٦٢م بحثهما المتعلق بتطوير بيئة غذائية للنمو المتسارع لأنسجة التبغ.

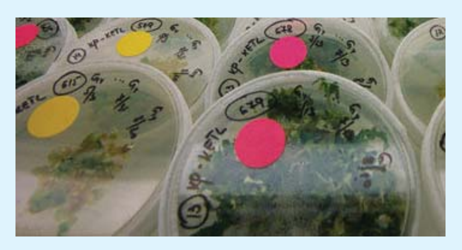
تتكون البيئة المستخدمة في أي زراعة نسيجية من مكونات غير عضوية، وأخرى عضوية يمكن توضيحها على النحو التالي:

مكونات غير عضوية

تشمل المكونات غير العضوية كل من العناصر الكبرى، والعناصر الصغرى، وتضاف. غالباً. للنبات على هيئة مركبات كيميائية قابلة للذوبان والتحول إلى صور يستفيد منها النبات بصورته المزروعة بالأنابيب سواء خلايا أو أجنة أو أنسجة أو أعضاء أو نبات كامل، وطبقاً للمرحلة أو الغرض سواء أكانت مرحلة تشكل جنيني أو تضاعف أو استطالة أو تجذير. وتشمل المكونات غير العضوية ما يلي:

- **العناصر الكبرى**

تشمل العناصر الكبرى معظم العناصر التي يحتاجها النبات لتنشيط خلاياه وأنسجته، ويحتاج إليها بكميات كبيرة. مقارنة بالعناصر الصغرى.



■ تنمية أنسجة نباتية في وسط غذائي.

و تقاس بالمليمول / لتر (ملليمولر)، مثل:

■ **النيتروجين (N)**: ويدخل في تركيب مكونات النبات من البروتينات، والأحماض، واليخضور (Chlorophyll)، وغيرها. ويضاف في صورة مركبات مختلفة مثل نترات البوتاسيوم (KNO_3)، أو نترات الأمونيوم (NH_4NO_3)، وهي مركبات مهمة للتوازن الأيوني والكاتيوني، ولنقل العناصر من خلال الأوعية.

■ **البوتاسيوم (K)**: ويعد أحد الكاتيونات الأحادية المتحركة في خلايا الخشب واللحاء في جذور وسيقان النبات، ويتركز بكميات كبيرة. تصل إلى ٢٠٠ ملليمولر في تلك الخلايا، كما أنه يمثل عنصراً مهماً لانقسام الخلايا، ونمو القمة النامية، فضلاً عن قيامه - في الأوساط الغذائية - بتوفير الكربوهيدرات كمصدر للطاقة، واستحثاث التفاعلات الإنزيمية بالنبات.

■ **الفوسفور (P)**: يعد الفوسفور من العناصر الأساسية التي لا غنى عنها لتغذية النبات، حيث يقوم بتقوية الجذور، وهو مكوِّن رئيسي للأحماض النووية والأغشية البلازمية في الخلية. وله دور أساسي في تكوين مادة اليخضور مما يساعد على عملية البناء الضوئي، كما له دور فعَّال منشط لبعض الإنزيمات وأهمية في امتصاص النيتروجين والتقليل من التأثير السام للجرعات الزائدة من البورون (B).



■ محلول كلوريد الكالسيوم أحد العناصر الكبرى المهمة لتنشيط خلايا النبات.

■ **الكبريت (S)**: ويضاف إلى البيئة . كأيونات الكبريتات. بمقدار ١.٣ ملليمولر مع الماغنسيوم على هيئة كبريتات الماغنسيوم، الذي يتفاعل مع الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) في الجذور، حيث يتحول إلى تركيبات مهمة تساعد في تكوين الجذور واليخضور، لذا فإنه من الضروري إضافته خلال مراحل الاستطالة وتكوين الجذور.

■ **الكالسيوم (Ca)**: ويضاف إلى البيئة في صورة نترات أو كلوريد الكالسيوم، بمعدل ١-٣ ملليمولر، حيث يساهم في بناء جدر الخلايا، كما يعمل على تثبيط الإنزيم المسؤول عن تكسير البكتين، فضلاً عن تحكمه في نفاذية الأغشية، وبالتالي نفاذ الكربوهيدرات والبروتين من وإلى محتوى الخلية. بينما يؤدي نقصه إلى موت القمم في الجذور مما يحد من عملية الامتصاص.

■ **المغنسيوم (Mg)**: ويضاف في صورة كبريتات المغنسيوم. بمعدل ١-٣ملليمولر. ويستخدم لبناء كل من اليخضور، والبروتين، كما يساعد في توازن الكاتيونات والأنيونات، وفي تفاعلات الأدينوسين ثلاثي الفوسفة (ATP) .

● **العناصر الصغرى**

العناصر الصغرى عبارة عن مركبات كيميائية تستخدم بكميات قليلة (ميكرومولر. μM) في الأوساط الغذائية للنبات، و تسمى - أحياناً - بالعناصر النادرة، ومن أهمها ما يلي:

■ **المنجنيز (Mn)**: ويضاف في صورة كبريتات المنجنيز بتركيزات تتراوح بين ٥- ٣٠ ميكرومولر، ويستخدم لتخفيف حالات التأكسد في عمليات البناء الضوئي للنبات، وفي تركيب أغشية البلاستيدات الخضراء، وفي استحثاث العديد من الإنزيمات. أما نقصه فيؤدي إلى ابيضاض الأوراق وتساقطها في الأنابيب، بينما تؤدي زيادته إلى تبرقشها.

المركب	الصيغة الكيميائية	الكمية (ملجم/لتر)	التركيز
نترات الأمونيوم	NH_4NO_3	١٦٥٠	٢٠,٦١*
كلوريد الكالسيوم اللامائية	$CaCl_2$	٣٣٢,٢	٢,٩٩*
كبريتات المغنيسيوم	$MgSO_4$	١٨٠,٧	١,٥٠*
نترات البوتاسيوم	KNO_3	١٩٠٠	١٨,٧٩*
أحادي فوسفات البوتاسيوم	KH_2PO_4	١٧٠	١,٢٥*
حامض البوريك	H_3BO_3	٦،٢	١٠٠**
كلوريد الكوبالت المائي	$CoCl_2.6H_2O$	٠,٠٢٥	٠,١١**
كبريتات النحاس المائية	$CuSO_4.5H_2O$	٠,٠٢٥	٠,١**
صوديوم إيثيلين ثنائي الأمين	Na_2-EDTA	٣٧,٢٦	١٠٠**
كبريتات الحديد المائية	$FeSO_4.7H_2O$	٢٧,٨	١٠٠**
كبريتات المنجنيز المائية	$MnSO_4.H_2O$	١٦,٩	١٠٠**
موليبيدات الصوديوم المائية	$Na_2Mo_4O.2H_2O$	٠,٢٥	١,٠٣**
أيوديد البوتاسيوم	KI	٠,٨٣	٥**
كبريتات الزنك المائية	$ZnSO_4.7H_2O$	٨,٦	٢٩,٩١**
مايو أنوسيتول	$C6H_{12}O_6$	١٠٠	٠,٥٦**
جلايسين	NH_2CH_2OOH	٢	٢٦,٦٤**
حامض النيكوتين	$C6H_5NO_2$	٠,٥	٤,٠٦**
بايرودكسين	$C8H_{11}N_3OHCl$	٠,٥	٢,٤٣**
ثيامين	$C_{12}H_{17}N4O_5$	٠,١	٠,٣٠**

* ملليمول/ لتر ** ميكرومول/ لتر .

■ مثال لبعض عناصر بيئة الزراعة النسيجية موضحًا فيه اسم المركب والصيغة الكيميائية والكمية والتركيز.

■ **البورون (B)**: ويضاف إلى البيئة كحامض بوريك، حيث يساعد الخلايا على امتصاص الكالسيوم، وبناء البكتين، ومن ثم بناء جدر الخلايا. ويعد البورون عنصرًا مهماً لمعظم العمليات الحيوية بالخلايا مثل الانقسام، والتميز، والبلوغ. ويؤدي نقصه إلى تشكل قمم ورقية بيضاء، وموت قمم الجذور.

■ **الخارصين (Zn)**: وهو عنصر مهم لإنتاج الأكسين، وزيادة فاعلية الإنزيمات، وبالتالي تكوين اليخضور. وتحتاج معظم النباتات النسيجية من ٥ إلى ٣٠ ميكرومولر من كبريتات الخارصين.

■ **النحاس (Cu)**: ويضاف في صورة مركب كبريتات النحاس بتركيز ٠,١ ميكرومولر، ويعمل كحامل إلكتروني في النبات، حيث أنه يساعد في بناء الكربوهيدرات، وتثبيت النيتروجين، وتقليل الأكسجين.

■ **المولبيدنم (Mo)** : ويضاف كموليبدات صوديوم بتركيز لا يتعدى ٠,١ ميكرومولر، حيث أن وجوده مهم لبعض الإنزيمات التي تحول النترات إلى نشادر (Ammonium)، كما يؤدي نقصه إلى الموت القمي للأوراق، والتفاف حوافها.



■ نقص عنصر المولبيدنم يؤدي إلى الموت القمي للأوراق.

■ **الكوبالت (Co)**: ويوجد في معظم الأوساط الغذائية للنباتات النسيجية رغم عدم ضرورته، إلا أن الأبحاث تشير إلى دوره غير المباشر في منع فاعلية الأكسينات والسيتوكينينات، وتثبيط دور الإيثيلين في مراحل معينة .

مكونات عضوية

تتمثل المكونات العضوية (Organic Supplements) المستخدمة في بيئات الزراعة النسيجية فيما يلي:

• الفيتامينات

يعتمد تشكل الخلايا النسيجية ومرحلة نموها على ما يضاف للبيئة المغذية من الفيتامينات التي يلعب تركيزها في طبيعة التشكل والتميز في النبات النسيجي سواء كان خلية أو عضو، وتنتج الفيتامينات بكميات مختلفة في خلايا معظم أنسجة النباتات، إلا أنه يتم إضافتها . بكميات قليلة جداً . إلى الخلايا أو الأنسجة أو الأعضاء النباتية المزروعة في الأنابيب التي لا تستطيع توفير الكميات المناسبة والكافية منها، وتلعب الفيتامينات دوراً مهماً في عمليات البناء، والهدم، والنقل، داخل الخلايا، ومن أهمها ما يلي:

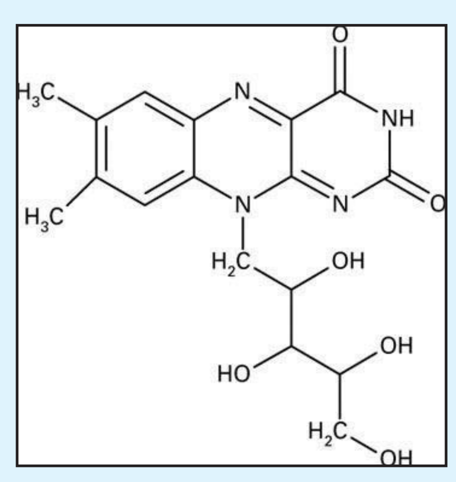
■ **الثيامين (فيتامين B_1)**: ويقوم بالعمليات الحيوية للكربوهيدرات، وبناء الأحماض الأمينية.

■ **البيرودكسين (فيتامين B_6)**: ويدخل في تنظيم البروتين.

■ **النياسين**: ويستخدم في عمليات نقل الهيدروجين والالكترونات.

■ **النوسيتول**: ويدخل في بناء الدهون الفوسفاتية، وفي بناء البكتين في جدار الخلية.

■ **الميوانوسيتول**: ويُصنَّف كفيتامين، وهو سكر كحولي يضاف بكميات . تصل إلى ١٠٠ مليجرام / لتر. إلى كثير من الأوساط المغذية لاستحثاث النمو خاصة في النباتات وحيدة الفلقة، وذلك لاستحثاث الكالس، بينما لا تحتاجه النباتات الأخرى.



■ الصيغة الكيميائية لفيتامين ب١.

■ **فيتامينات أخرى**: مثل الريبوفلافين (B_2)، والبيوتين (B_7)، وحمض الستريك (C)، وغيرها، وقد لا تكون ضرورية في أغلب الأحيان.

• الأحماض الأمينية

تعد الأحماض الأمينية مصدراً للنيتروجين العضوي، مثل الجلوتامين، والسايرين، والبرولين، كما أن بعضها . مثل الجلايسين . يدخل في تركيب اليخضور الذي يعد أكثر الأحماض بساطة وشيوعاً في الاستخدام. أما السايستين فيستخدم كمضاد للأكسدة خاصة مع الأنسجة التي تنتج فينولات، حيث يعمل على تقليل الاسوداد.

• السكر

يعد السكر من المواد العضوية الأساس التي تُضاف للوسط الغذائي كمصدر للطاقة والكربون، ومن أكثر السكريات استخداماً هو السكروز الذي يتحول أثناء التعقيم الحراري أو العمليات الحيوية للنبات إلى جلوكوز وفركتوز، كما يدخل السكر بنسبة عالية في التنظيم الأسموزي؛ وبالتالي في عملية الامتصاص. يستخدم السكر في تركيبة البيئة المستخدمة في الزراعة النسيجية بمعدل ٢٠-٤٠

جرام / لتر، ويعد التركيز مابين ٣٥ إلى ٤٠ جرام/ لتر مناسباً لكثير من النباتات، شكل (١).

• **منظمات النمو**

تسمى منظمات النمو - غالباً - هرمونات، وهي مواد ذات دور أساس في تنسيق النمو، والتميز في خلايا وأنسجة النبات النسيجي، وتضم خمسة أنواع - بناءً على دورها في العمليات الحيوية للنبات - هي:

■ **الأكسينات**: وتعمل على استطالة وانقسام الخلايا، والتشكل الجنيني، وتنشئة الجذور، وتضم مجموعة من التركيبات بعضها طبيعي والآخر صناعي، وتضاف بتركيزات محدودة تتراوح بين ٠,٠٠١ إلى ١٠ ملليجرام / لتر، ومن أشهرها - في الأوساط الغذائية النباتية - حامض الأندول أسيتيك الثلاثي (IAA)، إلا أنه من أضعفها إذ يتأثر بالاستخدام لفترة قصيرة وتقل فاعليته، بينما تطول فاعلية أكسينات أخرى، مثل: (IBA)، و(NAA)، و(2,4-D)، و(CPA).

■ **السيتوكينينات**: وتساعد في انقسام الخلايا في زراعة الكالس، حيث أنها تستحث تكوين البراعم العرضية في مراحل التضاعف، وتضاف بتركيزات تتراوح بين ٠,١ إلى ١٠ مللجرام /لتر. ومنها ما هو طبيعي، مثل: الزياتين (Zeatin)، والأدينين (2iP)، إلا أن تواجدهما قليل ومكلف ولا يستمر تأثيرهما بالبيئة النباتية،

أيام التجذير
عدد الجذور
١٠
٨
٦
٤
٢
٠
٣٠ جم/ لتر
٤٠ جم/ لتر
٥٠ جم/ لتر

■ شكل (١) تأثير تركيز السكر في بيئة زراعة الورد على التجذير (الخليفة وآخرون ٢٠٠٥م).

لذا يستعان بمنظمات صناعية مشابهة في التأثير مثل الكايناتين (Kinetin)، والأمينوبيورين (BAP)، والبنزايل أدينين (BA) والذي يعد أكثر تأثيرًا. وتوجد كل من الأكسينات والسيتوكينينات بصورة متوازنة وذلك للتحكم في توجه نمو النبات من تكوين الجذور إلى نمو السيقان والأوراق.

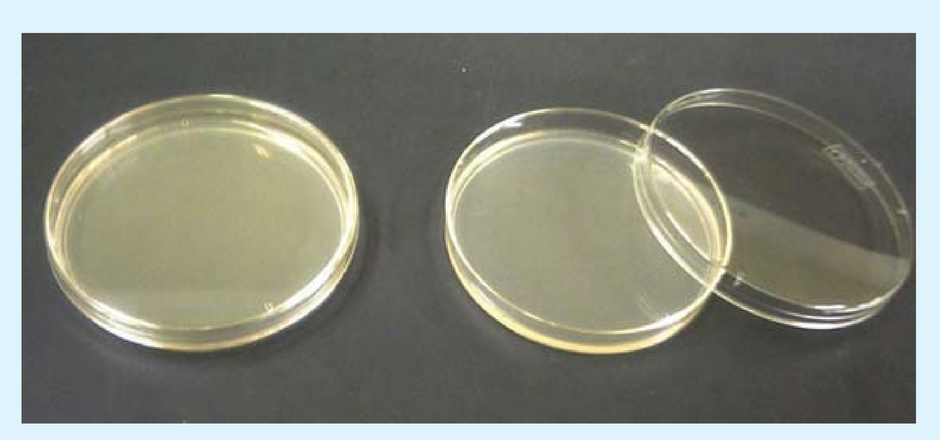
■ **الجبرلينات**: وتدخل في عمليات بناء خلايا النبات في الأنابيب - من أهمها استطالة السيقان - وهي أقل استخداماً من الأكسينات والسيتوكينينات، ومن أهمها (GA3)، و(GA4)، و(GA7). ويعد (GA3) الأكثر شيوعاً، إلا أنه يتأثر بحرارة التعقيم ويفقد فاعليته، ولذا فإنه يضاف بعد التعقيم - عن طريق الفلترة الدقيقة - لمنع الملوثات الميكروبية.

■ **حامض الأبسيسك (ABA)**: ويستخدم في مراحل التشكل الجنيني من الكالس، وفي الأوساط المستخدمة للنباتات الخشبية.

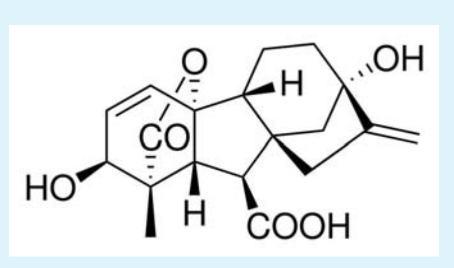
■ **الفحم**: ويستخدم في صورته النشطة لتهيئة الوسط المظلم لتكوين الجذور في البيئة الغذائية، كما أنه يستخدم لامتصاص المواد السامة والضارة من خلايا النبات مثل الفينولات المؤكسدة، والأصباغ الخارجة من الخلايا، كما يمتص زوائد بعض المواد العضوية مثل الفيتامينات، والهرمونات، والحديد، والخارصين. ويضاف الفحم المنشط بكميات تتراوح بين ٠,٢ إلى ٣ جرام / لتر.

• **المواد الداعمة**

ومن أهمها الآجار، ويضاف بكميات تتراوح بين ٠,٥ إلى ١ ٪، وغالباً يفضل استخدام ٧ جرام / لتر، ويوفر الآجار بيئة صلبة أو شبه صلبة ترتكز عليها أنسجة النبات أو أعضاءه داخل الأنابيب، ويتميز الآجار بعدم تفاعله مع أي من المواد الداخلة في تركيب بيئة الوسط الغذائي، ولا يتحلل بالإنزيمات



■ بيئة الآجار، تمثل البيئة الصلبة داخل أطباق بتري.



■ الصيغة الكيميائية لهرمون الجبريلين (GA3).



■ جهاز التعقيم الحراري (Autoclave).

الناتجة من خلايا وأنسجة النبات. يدخل في تركيب الآجار بعض المواد غير المرغوبة، مثل: بعض الأملاح، والفينولات، والأحماض الدهنية، إلا أن هذه المواد ليست ضارة ويمكن غسله لإزالتها. وفضلاً عن ذلك يمكن استخدام قطع إسفنجية كمادة داعمة خاصة في مراحل التضاعف للسيقان الورقية.

• **المضادات الحيوية**

وهي مواد طبيعية تُنتج من بعض الكائنات الميكروبية الدقيقة، كما أنها تُنتج صناعياً، وتستخدم لتثبيط أو القضاء على بعض الميكروبات (الفطريات، والبكتيريا) التي تنمو في الأوساط الغذائية بالأنابيب.

التعقيم

يعد التعقيم الحراري بأجهزة الأوتوكليف. تعقم بـه الأوساط الغذائية قبل استخدامها، والأدوات المستخدمة في الزراعة النسيجية. أساس عمليات التعقيم، إلا أن المواد الحية وبعض المواد العضوية تتطلب تعقيماً سطحياً بمواد كيميائية ضرورية؛ وذلك للقضاء على الملوثات الميكروبية التي تنمو على خلايا النبات، وتحين لها الفرصة للتضاعف والتكاثر عند زراعة الخلايا أو الأنسجة في بيئة مغذية. يستخدم مبيض الملابس. غالباً. كمصدر للكلورين المعقم، أو هيبوكلورايت الصوديوم مع نقط من (Tween 20) لتساعد على اختراق الكلورين لخلايا النبات وتثبيط الملوثات، ومن ثم يتم شطف الأنسجة بماء مقطر ومعقم. تحت جهاز الكابينة الحيوية. لغسل المادة المعقمة.

خاتمة

تعتمد مستويات نجاح الزراعة النسيجية بالمقام الأول على تركيب البيئة من العناصر والتي يعتمد عليها النمو والتشكل في النبات حسب الصنف وطبيعة النبات، فمثلاً يمكن أن تنمو بعض النباتات في بيئة تتكون من عناصر غير عضوية مع السكر فقط، بينما تتطلب النباتات الأخرى جميع مكونات البيئة. وفضلاً عن ذلك فإن النباتات الغضة لا تتطلب تراكيز عالية من الهرمونات، بينما تحتاج النباتات الصحراوية مثل النخيل. في بداية تفعيل التشكل الجنيني. إلى تركيز عالي من هرمون الأكسين 2.4-D ، إلا أن هذا التركيز يُعد عالياً في تشكل بعض النباتات الأخرى، بل وقد يؤدي إلى التطفير.

المراجع

- ناصر بن صالح الخليفة (٢٠٠٣) . الإكثار النسيجي للنخيل . سجل وقائع المؤتمر العلمي الأول لنخيل التمر المنعقد في القصيم من ١٩-٢١/رجب ١٤٢٤هـ ، صفحات : ٥٣٣- ٥٥٤ ، جامعة الملك سعود. القصيم

- **ناصر بن صالح الخليفة** (٢٠٠٢): دور الزراعة النسيجية في إكثار نباتات الحدائق والمتنزهات، سجل وقائع ندوة « المتنزهات العامة والحدائق ودورها في الترويح وحماية البيئة » في عمان- الأردن، ٢٢الى ٢٥ ابريل / ٢٠٠٢ الموافق ١٠ — ١٢ صفر ١٤٢٣هـ ص: ٢٥٥-٢٦٩ .

- **ناصر بن صالح الخليفة ، أحمد العبد القادر و تاج الدين نصرون** (١٤٢٧) دراسة إمكانية إكثار بعض أشجار وشجيرات الحطب وتحديد أهميتها الاقتصادية والبيئية في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية — التقرير الفني النهائي لمشروع أ ت / ٢٠ / ٠٨١ — برامج المنح - مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

- **Al-Khalifah**, N.S. In vitro culture of Ficus benjamina for propagation and study of stress. Ph.D. Thesis. The University of Nottingham. UK, (1996).

-**Al-Khalifah N**. and P. **Alderson** (1998). The effect of Auxins and Ethylene on leaf abscission of Ficus benjamina. In: Kanellis et al (eds.) Proceedings of the Biology & Biotechnology of the plant Hormone Ethylene II Conference . Santorini- Greece on September 51998 ,8-. Kluwer Academic Publisher. PP: 255 - 260.

Nasser S. Al-Khalifah, Hadi S. & Khan F. A. , (2005).Influence of sucrose concentration on in vitro Growth of five Rose(Rosa hybrida L.) cultivars . Plant Tissue Culture , 15(1)4349-.

- **Debergh, P.C.** Micropropagetion of Herbaceous plants. in Horticulture, practice and Commercial problems, Proceedings of the institute of Horticulture sympesion. University of Nohinghom . UK (1986)..PP.2736-.

-**Flick, C. E., Evans, D. A. and Sharp, W. R.** In hand book of Plant Cell, Culture. Vol. 1, Evans, D. A. and Sharp, W. R., Ammirato, P. V. and Yamada, Y. (eds.) Macmillan Publishing Co.,) New York. (1983 p. 18

-**George, E. F.** (1996) Plant propagation by tissue culture Part 2 in practice . Exegetics Ltd. Edington, UK.

المعلوماتيـــة الحيـــوية

د. طارق بن عبد الله الشدي



شهدت السنوات العشرون الماضية ثورة كبيرة في وسائل التقنية الحيوية، مما أدى إلى توفر كمية هائلة من المعلومات حول تراكيب ووظائف المكونات الحيوية الدقيقة وخاصة الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA)، والبروتين، وقد تمثلت هذه المعلومات بشكل رئيس في سلاسل الأحماض النووية (DNA-RNA) والأمينية و الخرائط الوراثية (الجينوم) للكائنات الحية والتراكيب ثلاثية الأبعاد للبروتين. وطبقاً لنشرة بنك المورثات، يونيو ٢٠٠٩م، التابع للمركز الوطني لمعلومات التقنيات الحيوية في ميريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية، فقد بلغ عدد محتويات البنك ما يقارب من ١٠٦ مليون سلسلة تحتوي على أكثر من ١٠٥ مليار قاعدة حمض نووي (Nucleotide) .

تُعرف المعلوماتية الحيوية (Bioinformatics) بأنها العلم الذي يهتم بالبحث والتنقيب في البيانات الموجودة في أجزاء نظام الكائن الحي والعمليات المختلفة التي تتم فيه، مستخدماً علوم الحاسب الآلي، والهندسة، والرياضيات، والإحصاء ، وغيرها، وذلك لإدارة البيانات الحيوية، وإظهارها على هيئة أشكال توضيحية، وتحليل البيانات لاكتشاف أنماط جديدة، وبناء الفرضيات، والنماذج، فضلاً عن بناء قواعد البيانات وإدارتها ، وتطوير البرمجيات والخوارزميات، وتطوير نماذج المحاكاة، والتحليل الكمي. ويهدف البحث في هذا الكم الهائل من المعلومات إلى الوصول إلى الأسرار التي أودعها الخالق في صفاتنا الوراثية، وفهم أعمق لكيفية تفاعل هذه المكونات داخل وخارج خلية الكائن الحي في مختلف الظروف التي تواجهه في حالة الصحة والمرض.

ظهر علم المعلوماتية الحيوية في بداياته كخليط من علمي الأحياء، والحاسب الآلي ممثلاً في علم قواعد البيانات، وذلك لحفظ واسترجاع البيانات الناتجة من تجارب التقنيات الحيوية. ولقد حفزت قواعد البيانات - بما وفرته من مادة خام - الباحثين من المختصين في المجالات الأخرى كالإحصاء، والرياضيات، والذكاء الإصطناعي، والاحتمالات للقيام بأبحاث للاستفادة مما وصلت إليه هذه العلوم من طرق وأساليب للدراسة والبحث في هذه المعلومات الحيوية. ومن هنا أصبح علم المعلوماتية الحيوية خليطاً من كل هذه العلوم جميعاً، مما فتح المجال أمام الباحثين لتبني أساليب جديدة متطورة للبحث في تراكيبنا الوراثية، ووفر طرقاً لفهم الأمراض ومسبباتها، ومراحل تطورها، ومن ثم القدرة على تشخيصها، وتصميم طرق العلاج المناسبة لها.

تطور المعلوماتية الحيوية

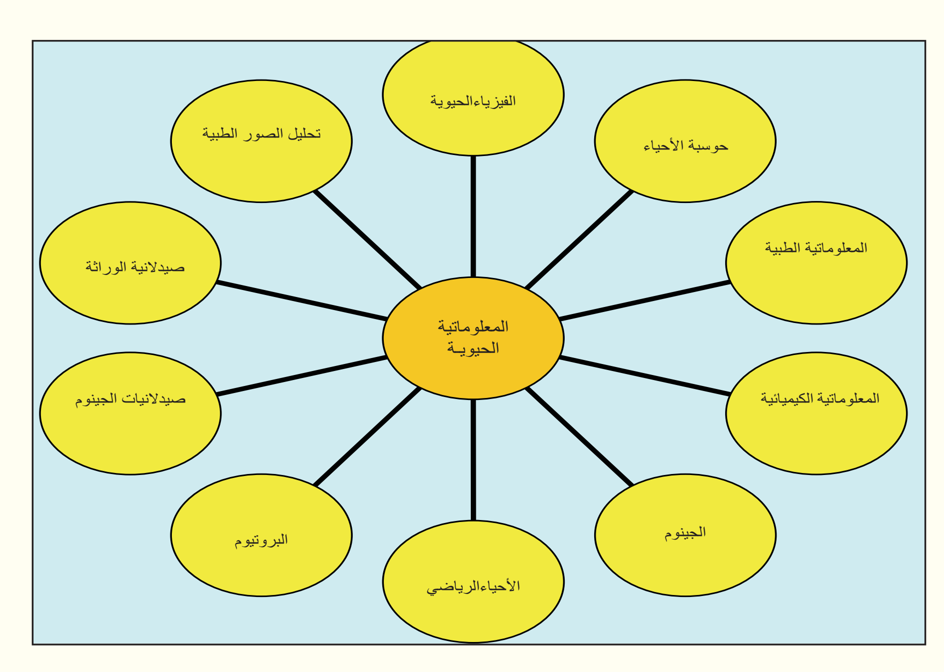
تطور علم المعلوماتية الحيوية منذ بدايته حتى الآن من خلال عدة إنجازات أهمها ما يلي:

- في عام ١٩٥١م ، تم تحديد تركيب alpha-helix and beta-sheet للبروتينات.
- في عام ١٩٥٣م ، تم تحديد تركيب الدنا (DNA) من صور الأشعة السينية بواسطة **واطسون وكريك**.
- في عام ١٩٥٥م ، تم نشر أول سلسلة لبروتين (الأنسولين من العجل).
- في عام ١٩٦٥م ، تم نشر أول أطلس لسلاسل البروتين بواسطة Mrgaret Dayhoff .
- في عام ١٩٦٩م ، تم إطلاق ARPANET لربط جامعتي ستانفورد وبيركلي.

- في عام ١٩٧٠م ، تم نشر خوارزمية (Needleman-Wunsch) لمقارنة السلاسل.
- في عام ١٩٧٣م ، تم إنشاء بنك البروتينات (The Brookhaven Protein Data Bank) الخاص بتركيبها الثلاثي من واقع التصوير.
- في عام ١٩٨٠م ، تم نشر سلسلة أول مورث كامل من (FX174)، مكوناً من ٥٣٨٦ قاعدة حمض نووي تمثل ٩ بروتينات.
- في عام ١٩٨١م ، تم نشر خوارزمية (Smith-Waterman) لمقارنة السلاسل.
- في عام ١٩٨٢م ، تم نشر النسخة الثالثة من بنك المورثات مع توفيرها للباحثين.
- في عام ١٩٨٨م ، تم إنشاء المركز الوطني لمعلومات التقنيات الحيوية (NCBI) بأمريكا تحت مظلة المعهد القومي للسرطان.
- في عام ١٩٨٨م ، تم بدء العمل بمبادرة الجينوم البشري.
- في عام ١٩٩٠م ، تم العمل ببرنامج (BLAST) الخاص بالبحث والمقارنة في قواعد بيانات سلاسل الـ DNA والبروتين.
- في عام ١٩٩٥م ، تم اكتمال سلسلة أول جينوم لبكتيريا والتعرف عليها.
- في عام ١٩٩٦م ، تم إنتاج شركة (Affymetrix) لأول شرائح المصفوفات الدقيقة التجارية .
- في عام ١٩٩٧م ، تم اكتمال سلسلة جينوم (KE. coli) المحتوية على ٤,٧ مليون قاعدة.
- في عام ٢٠٠١م ، تم الانتهاء من الجينوم البشري محتوياً على ٣٠٠٠ مليون قاعدة.
- في عام ٢٠٠٢م ، تم نشر الجينوم الكامل للفأر المنزلي.

المعلوماتية الحيوية و العلوم

هناك مجموعة من العلوم ذات العلاقة الوثيقة بالمعلوماتية الحيوية أهمها ما يلي:



■ العلوم الحيوية ذات العلاقة بالمعلوماتية الحيوية

١- **الفيزياء الحيوية (Biophysics)**: وُتستخدم لفهم التراكيب والوظائف الإحيائية .

٢- **حوسبة الأحياء (Computational of Biology)**: وتستخدم لدراسة العمليات الأحيائية المعقدة من خلال تقنيات ذكاء الآلة، والخوارزميات .

٣- **المعلوماتية الطبية (Medical Informatics)** : ويستفاد منها في فهم المعلومات الطبية وإدارتها وإجراء البحوث العلمية عليها.

٤- **المعلوماتية الكيميائية (Cheminformatics)** : وتستعمل في اكتشاف وتطوير العقاقير الطبية.

٥- **المورثات (Genomics)** : وتستخدم لدراسة أو تحليل أو مقارنة كامل المورث، أو مقارنة أنواع مختلفة من المورثات.

٦- **الأحيائية الرياضية (Mathematical Biology)**: ويتم فيها استخدام النظريات الرياضية لفهم العمليات البيولوجية، وغالباً ما تستخدم في النمذجة.

٧- **البروتيوم (Proteomics)**: ويهتم بدراسة البروتينات الناتجة من المورثات، وتراكيبها وتفاعلها بعضها مع بعض.

٨- **صيدلانيات المورث (Pharmacogenomics)**: وُتطبق منهجيات وتقنيات المورث من أجل اكتشاف العقاقير.

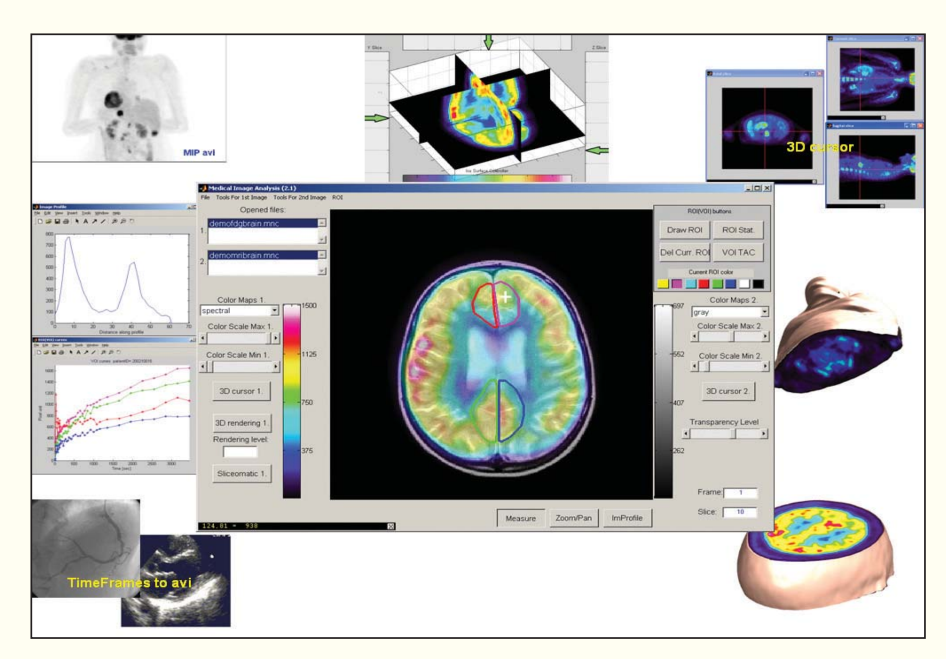
٩- **صيدلانية الوراثة (Pharmacogenetics)**: وتستخدم لتحديد أسباب الاختلاف الوراثي بين الأفراد من حيث استجابتهم للأدوية، فبعضهم يستجيب إيجابياً والآخر سلبياً.

١٠- **تحليل الصور الطبية (Medical Imaging Analysis)**: ويهتم بتحليل الصور وفقاً للمعلومات الطبية وحالة المريض.

مجالات الأبحاث في المعلوماتية الحيوية

يقوم الباحثون المهتمون بالمعلوماتية الحيوية بالعمل على إجراء الدراسات والأبحاث على العديد من التطبيقات التي يتطلبها هذا المجال، ومنها ما يلي:

١- **تصميم قواعد البيانات البيولوجية الأحادية والتجميعية**: وفيها يقوم الباحث بتصميم قواعد بيانات أحادية وفقاً للاحتياجات البحثية، مثل



■ تحليل الصور الطبية بواسطة أحد البرمجيات الحاسوبية.

قواعد بيانات المصفوفات الدقيقة ، كما يمكنه تصميـم قواعد بيانات أخـرى قادرة على تجميع المعلومات مـن قواعد بيانات مختلفة (تجميعية) في المكونات أو التراكيـب. ويركز الباحثون حالياً على استخلاص البيانات من قواعد البيانات غير المنظمة (Unstructured) بحيث يمكن للباحثين الآخرين من البحث فيها بسهولة.

٢- تصميم قواعد بيانات التراكيب الجزيئية (Structural Databases): وتعد ذات أهمية كبيرة خاصة للباحثين في مجالات العقاقير الطبية، حيث يقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بتصميم قواعد بيانات قادرة على تخزين واسترجاع البيانات ، ومن أمثلة ذلك قاعدة بيانات البروتين (PDB) .

٣- بناء خوارزميات التنقيب في أدبيات العلوم الحيوية لاستخلاص المعلومات (Text Mining): حيث تزخر قواعد بيانات البحوث الحيوية بآلاف الأبحاث التي تحتوي على العديد من المعلومات المهمة للباحثين، إلا أن عملية البحث في هذا الكم الهائل من البحوث تستغرق الكثير من الوقت والجهد، ولذا يقوم المتخصصون في المعلوماتية الحيوية بتوفير خوارزميات تسهل هذه العملية، وذلك باستخدام تقنيات تعتمد ـ في الغالب ـ على تقنيات التوسيم (Tagging).

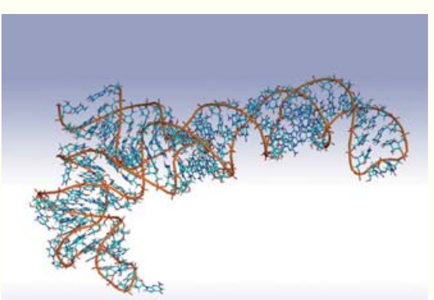
٤- تصميم خوارزميات تصنيف المعلومات الأحيائية: حيث يعد التصنيف أحد الأبواب الرئيسية في التنقيب عن البيانات (Data Mining) في المعلومات الحيوية. وهناك عدة تقنيات تستخدم للتنقيب يعتمد بعضها على الأساليب الإحصائية و البعض الآخر على ما يسمى بتعليم الآلة (Machine Learning) . ويلعب التصنيف دوراً رئيسياً في الأبحاث خصوصاً الطبية منها لما يترتب على التصنيف الدقيق من اختلاف في الأساليب العلاجية، وتصميم العقاقير، ومقدار جرعاتها، لذا يهتم باحثوا المعلوماتية الحيوية بإيجاد خوارزميات دقيقة لهذا التصنيف.

٥- تصميم خوارزميات فعّالة لاسترجاع المعلومات من قواعد البيانات الحيوية: حيث أن الوصول إلى المعلومات المناسبة في الوقت المناسب يعد من أهم وسائل إجراء البحوث حتى يستثمر الباحث وقته في التركيز على المعلومات المستهدفة دون غيرها. ويُسهم الباحثون في توفير مثل هذه الخوارزميات للعلماء والباحثين.

٦- تصميم واجهات سهلة الاستخدام للوصول إلى مصادر المعلومات: وذلك لأن معظم العاملين في المجالات الحيوية من علماء وباحثين وفنيين ذوي مهارات فنية محدودة في البحث في قواعد البيانات، ولذا يقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بتوفير واجهات سهلة الاستخدام لهؤلاء المستخدمين.

٧- تطوير واجهات أشكال توضيحية (رسومية) لتصور الجزيئات في حالتها الطبيعية (Visualization Tools): حيث يهتم الكثير من الباحثين بملاحظة حركة الجزيئات، ومدى تأثرها بإدخال عناصر عليها، ويقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بتطوير مثل هذه التطبيقات التي تعتمد على الكثير من القواعد الفيزيائية والرياضية بالإضافة إلى الإلمام بالتطبيقات الرسومية.

٨- الربط بين مختلف مصادر المعلومات كقواعد البيانات الموزعة وأجهزة التقنيات الحيوية: حيث تُنتج أجهزة التقنيات الحيوية كالمسلسلات (Sequencers) ، وأجهزة المصفوفات المجهرية (Microarrays) و غيرها من الأجهزة كمية هائلة من المعلومات، ولذا كان من الأهمية ربط


■ تركيب الحمض النووي DNA بالأبعاد الثلاثية عن طريق أحد البرمجيات الحاسوبية.

هذه الأجهزة بقواعد البيانات المناسبة بحيث تصب هذه المعلومات مباشرة في مواقعها.

٩- تطوير أساليب جديدة لتحليل البيانات الحيوية: وتزخر علوم الرياضيات والإحصاء والتنقيب عن البيانات بالعديد من الخوارزميات المفيدة في تحليل البيانات، ويقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بإسقاط مثل هذه الخوارزميات وتعديلها لاستخدامها في تحليل البيانات الحيوية.

١٠- تطوير خوارزميات التنبؤ: وتعد المؤشرات الحيوية من أهم الوسائل التي يتبعها العاملون في الحقل الطبي والمختبرات الطبية للتعرف على مدى احتمال أن يكون شخصاً حاملاً لمرض ما. بل يتعدى ذلك إلى التنبؤ باحتمالية تطوير شخصاً ما لمرض معين كالسرطان بأنواعه المختلفة وفقاً لهذه المؤشرات. ويعمل باحثو المعلومات الحيوية على تطوير مثل هذه الأدوات المساعدة، بما تحويه من خوارزميات يكون الهدف منها المساعدة في التشخيص الدقيق.

١١- تصميم وبناء قواعد بيانات المسارات الحيوية (Pathways Databases): ويُعد التفاعل بين البروتينات (Protein-Protein Interaction) من أهم المعلومات التي يحتاجها الباحثون، خصوصاً في مجال إنتاج العقاقير القادرة على التحكم في هذه المسارات، ويقوم المختصون في المعلوماتية الحيوية بتصميم قواعد بيانات تحفظ مثل هذه المعلومات بشكل منظم، وواجهات رسومية لإظهارها، بالإضافة إلى استخدام أساليب إحصائية ورياضية كنظرية الرسوم (Graph Theory) لإنتاج مثل هذه المسارات.

١٢- تصميم وإجراء تجارب المحاكاة الحيوية (Bimolecular Simulation) : نظراً لأن تطور بعض الأمراض لدى الإنسان. مثل مرض الزهايمر. يستغرق سنوات عديدة؛ فإن باحثوا المعلوماتية الحيوية يساهمون في تصميم تجارب محاكاة تحتوي على العديد من المعادلات الرياضية والفيزيائية المعقدة تحاكي الواقع، مما يعطي الباحث نظرة إلى داخل نظام الكائن الحي وما يحدث فيه عبر السنين في ساعات أو أيام معدودة. وتحتاج مثل هذه التجارب إلى الكثير من عمليات الضبط والتحكم، حيث تنتج كمية هائلة من المعلومات التي يُخضعها الباحث للتحليل. كما يتم تصميم وتنفيذ مثل هذه التجارب بكثافة في عمليات إنتاج العقاقير الطبية لدى شركات الأدوية خصوصاً العملاقة منها.

١٣- تصميم وبناء شبكات المشاركة في الحوسبة الأحيائية (Computational Biology Grids): تتطور البرمجيات بتسارع أكبر من إمكانيات الأجهزة او المكونات المادية، وبالتالي فإن بعض التطبيقات تتطلب إمكانيات لا تستطيع مراكز الأبحاث توفيرها، لأسباب اقتصادية لمحدودية استخدامها، لذا كان من المفيد الاستفادة من إمكانيات مراكز الأبحاث الأخرى عن طريق بناء شبكات تواصل عبر الإنترنت، بحيث يمكن الاستفادة من الأساليب البرمجية الحديثة كالبرمجة المتوازية (Parallel Programming) والأجهزة الافتراضية (Virtual Machines) بحيث يمكن توزيع تنفيذ المهام على أكثر من جهاز، وتتبادل هذه الأجهزة المعلومات بشكل لحظي وكأنها تعمل على جهاز واحد مما يعظم الإمكانيات المادية.

مراكز المعلومات الحيوية

تقدم مراكز المعلوماتية الحيوية أربعة أنواع رئيسة من الخدمات للمراكز الطبية والحيوية هي:

١- الوصول السريع لقواعد البيانات المختلفة، سواء كانت مجانية، أو تتطلب الاشتراك للوصول إلى خدماتها. ومن أمثلتها، قواعد بيانات سلاسل الدنا (DNA)، وسلاسل البروتين، والتركيب ثلاثي الأبعاد للبروتين، وقواعد بيانات الإختلالات الوراثية المسببة للأمراض، وغيرها الكثير من مستودعات المعلومات.

٢- توفير الأدوات وبرامج الحاسب الآلي لمساعدة الباحثين للوصول إلى معلومات معينة، أو لإجراء عمليات تحليل للبيانات الناتجة عن التجارب، سواء كانت هذه البرامج مجانية توفرها مراكز البحث العلمي للعاملين، أو عن طريق شراء حقوق الاستخدام.

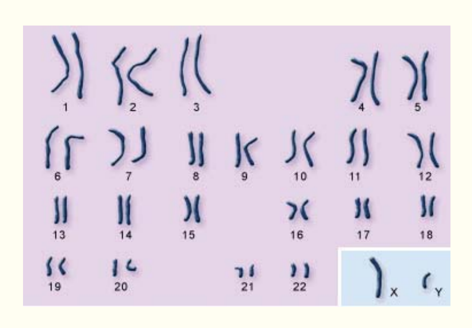
٣- تصميم أدوات لمساعدة الباحثين على إجراء تحليل المعلومات، أو تصميم قواعد بيانات خاصة بهذه المراكز الطبية لتخزين معلوماتهم كمعلومات سلاسل الدنا (DNA) المختلفة للمورثات المسببة للأمراض في بلد ما.

٤- المساهمة في تصميم التجارب العلمية بمختلف أنواعها، مما يسهم في تحليل نتائج هذه التجارب بشكل احترافي مهني.

المعلوماتية الحيوية في المملكة العربية السعودية

يعد وجود مراكز للمعلوماتية الحيوية بالمملكة خطوة إيجابية لدعم التوجه التقني للمملكة، وسوف يجني المجتمع الطبي ومجتمع التقنية الحيوية والصناعات الدوائية في المملكة ثماراً إيجابية من هذه المراكز. وقد بدأت المنظمات الحكومية والخاصة تدرك أهمية مثل هذه المراكز وسوف تتجه قريباً لإنشاء مراكز مماثلة. كما أن مثل هذه المراكز سوف توفر آلاف الفرص البحثية أمام الباحثين في المجالات المختلفة، وستعطي الباحثين الفرصة نحو توجيه بحوثهم لهذا المجال البكر في المملكة.

تمتلك المملكة العربية السعودية فرصة ذهبية نحو الريادة في مجال التقنيات الحيوية ومعلوماتها نظراً لعدد من المقومات يأتي الجانب الاقتصادي على رأسها، كما أن المجتمع السعودي يملك ثروة وراثية لم ينقب عنها بعد، مما يوفر الفرص الاقتصادية أمام العاملين في مجال الطب والصيدلة، خصوصاً وأن العالم يتجه



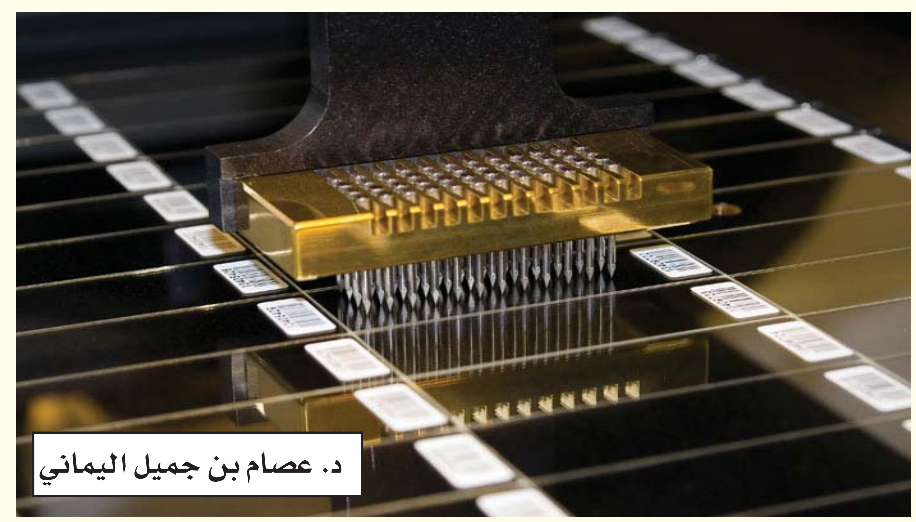
■ تحديد المورثات ضمن مشروع الجينوم البشري.

الآن نحو الطب الشخصي وفقاً للخريطة الوراثية للشخص. إن انطلاق المملكة نحو الريادة الشرق أوسطية في مجال التقنية الحيوية ومعلوماتها يجب أن يخطط له بعناية، مع الأخذ في الاعتبار بأن التأسيس الجيد لمقومات المعلوماتية الحيوية يعد عنصراً أساساً في هذه الريادة إن كان لها أن تكون، وسوف تسهم هذه المراكز في لحاقنا بالركب المعرفي. حديث النشأة في هذا المجال. عن طريق توفير التعليم والتدريب وإجراء البحوث ودعمها وتوفير الأدوات المساندة للبحث العلمي.

تحتاج المملكة في الوقت الحاضر إلى دعم تكوين مجتمع التقنية الحيوية ومعلوماتها من خلال تصميم وتبني إنشاء عدد من البرامج الداعمة لهذه الاستراتيجية، والعمل على توفير مجموعات بحثية في مجال التقنية الحيوية والمعلوماتية في القطاعات الحكومية والخاصة تتعاون مع بعضها وتتبادل المعلومات من خلال هذه المراكز. كما أن وجود هذه المراكز سوف يكون أساسياً من أجل المساهمة في التسريع من الاكتشافات العلمية في مجالات الأمراض الوراثية في المملكة العربية السعودية، من خلال توفير أحدث الأدوات البحثية، كالبرمجيات ومصادر المعلومات كالمجلات العلمية. والأهم من ذلك هو العمل على بناء قواعد بيانات تمكن الباحثين في المملكة من المشاركة، وتبادل المعلومات، وربط المختصين وعلماء الحاسب الآلي مع علماء الأحياء وأساتذة الطب. والعمل على دراسة الخرائط الوراثية لمسببات الأمراض المستوطنة في المملكة كحمى الضنك، وحمى الوادي المتصدع، وعمل مقارنات بالخرائط الوراثية المتوفرة في قواعد البيانات العالمية. والتعاون مع شركات الدواء المحلية والعالمية في محاولة للوصول إلى أدوية مضادة.

من غير المتوقع أن تسهم صناعة التقنية الحيوية ومعلوماتها في المملكة بأي قيمة مضافة لما هو موجود عالمياً في الوقت الحاضر، وإنما سيكون الهدف هو التأسيس لهذه الصناعات وتأهيل الأفراد القادرين على التعامل مع هذه التقنية، وستكون عوامل نجاح هذه التقنية في المملكة مستقبلاً مرتبطاً بشكل رئيس بقدرتها على تلبية احتياجات السوق داخلياً وخارجياً، دون الاعتماد على الدعم الحكومي، لأن ذلك سوف يساعد هذه الشركات على توفير منتجات برمجية أو دوائية أو تشخيصية ذات مواصفات عالمية، وتجعل هذه الشركات على اتصال دائم بأحدث المستجدات في هذا المجال ما يدفعها إلى تطوير قدراتها لمواكبة هذا المجال المتجدد لحظياً. وقد تلعب الحكومة هذا الدور الحيوي إذا ما تخلت عن دور الحاضنة المدللة إلى دور الرافع لمستوى هذه الشركات عن طريق الإلزام الدائم بمستوى عالٍ من المواصفات المطلوبة في المنتج.

تقنية المصفوفات المجهرية



د. عصام بن جميل اليماني

تحتوي خلايا الكائنات الحية على عدد من المورثات داخل صبغيات محددة، تقوم تلك المورثات بإنتاج البروتينات في عملية تسمى التعبير الوراثي الذي ينتج عنه خصائص وصفية تحدد شكل الخلية تسمى بالنمط الظاهري (Phenotype)، الأمر الذي ساعد في التعرف على عدد كبير من المورثات التي عبرت عن نفسها، وبالتالي تقديم معلومات حول طريقة استجابة الخلايا لمتطلباتها حسب طبيعة العامل المؤثر أو المحفز للخلية؛ مما يساعدها على التحكم بنشاطها. وبذلك أصبح التحدي الأكبر للباحثين هو تنظيم وأرشفة تلك المعلومات بطريقة سهلة الاستخدام، بعد تحديد وظيفة كل مورث تم اكتشافه، وعلاقته بآلية حدوث المرض، وضوابط التعبير الوراثي فيه، وعلاقة المورثات بعضها ببعض، وربطها بالمسارات الحيوية. وتبعاً لذلك فقد ظهرت العديد من الأجهزة العلمية المتخصصة التي أسهمت في تعريف وتصنيف معلومات سلسلة الدنا والوظائف المناطة بكل مورث، منها تقنية المصفوفات المجهرية.

تعرف تقنية المصفوفات المجهرية (Microarrays Technology) بأنها أداة لتحليل التعبير الوراثي الشامل. تتكون المصفوفة من غشاء صغير أو شريحة زجاجية أو سليكونية تحتوي على فتحات عديدة ومرتبة بانتظام، حيث تختص كل فتحة بمورث معين. وقد استطاع العلماء من خلالها التعرف على الآلاف – تصل إلى ٤٠ ألف مورث – من مستويات التعبير الوراثي لخلية واحدة وفي تجربة واحدة، وذلك عن طريق قياس نوعية وكمية الرنا الرسول (mRNA) المرتبط مع الدنا المكمل (cDNA) في كل موقع على المصفوفة، حيث تقاس كمية الرنا الرسول على نقطة محددة من المصفوفة باستخدام أجهزة الحاسب الآلي.

تكمن أهمية هذه التقنية في قدرتها على تحليل آلاف المورثات في وقت قياسي، حيث يمكن دراسة التعبير الوراثي لآلاف المورثات في الجينوم، نتيجة استجابة الخلية لمؤثر بيئي معين، ومقارنة ذلك بين نمطين مختلفين من خلايا مريضة وأخرى سليمة، وبالتالي تحديد المورثات التي تشارك في حدوث بعض الأمراض.

مبدأ عمل المصفوفات المجهرية

يمكن توضيح مبدأ عمل تقنية المصفوفات المجهرية بدراسة خلية سليمة وأخرى معتلة أي مريضة، ولهما نفس العدد من المورثات ولتكن (أ،ب،ج،د)، ولمعرفة آلية التعبير الوراثي لكل مورث في الخليتين، فإنه ينبغي إجراء الخطوات التالية:

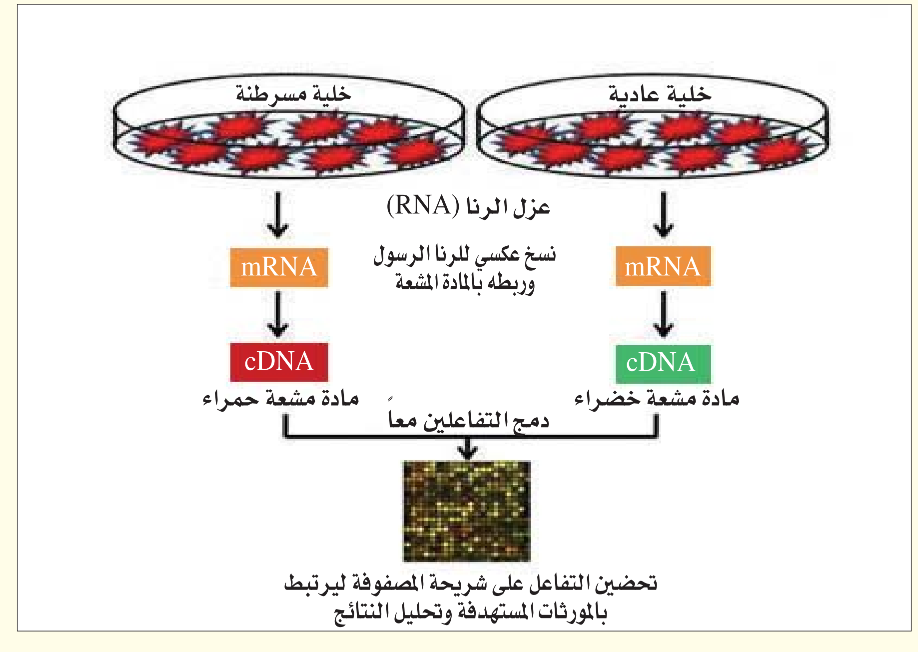
١- عزل الرنا الرسول من كلا الخليتين، واستخدامه كقالب لبناء الدنا المكمل (cDNA) – الدنا الذي تم تحضيره معملياً من عينة الرنا الرسول (mRNA) باستخدام إنزيم (Reverse Transcriptase) – وذلك للحصول على المورثات المُعبرة (Expressed Genes).

٢- إضافة مواد مضيئة (Fluorescent Tag) للدنا المكمل – ويستخدم عادة نوعين منها هما مادة حمراء (Cy5)، وأخرى خضراء (Cy3) – وذلك للتفريق بين المورثات.

٣- خلط العينتين وتركهما لفترة زمنية محددة على شريحة المصفوفات المجهرية التي تحتوي على كل المورثات بما فيها (أ، ب، ج، د)، بحيث يرتبط كل مورث تم تعبيره وراثياً مع المكمل له.

٤- مسح (Screening) الشريحة بواسطة جهاز ماسح خاص بالمصفوفات المجهرية، مما يؤدي إلى إثارة المواد المضيئة بواسطة الليزر، فيقوم المجهر والكاميرا الموجودة في الماسح بعمل صورة إلكترونية لتلك المصفوفات بعد الإثارة، ومن ثم تخزينها على جهاز الحاسب الآلي، تمهيداً لتحليلها بواسطة برامج متخصصة.

٥- حساب نسبة إشعاع المادة الحمراء إلى الخضراء أو طرح الخلفية (Background Subtraction) لتلك المواد المشعة على الشريحة، ثم استخدام برنامج الحاسب الآلي لإنشاء جدول يوضح



■ رسم توضيحي لتجربة المصفوفات المجهرية (Microarrays).

نسبة الأشعة الحمراء إلى الخضراء حسب كثافتها وقوتها الإشعاعية التي تتناسب طردياً مع درجة التعبير الوراثي. فمثلاً قد يعطي البرنامج أن الخلية رقم (١) و(٢) عبّر فيهما المورث (أ) عن نفسه بنفس الدرجة، أما الخلية رقم (١) فقد عبّر فيها المورث (ب) بشكل أكبر من الخلية رقم (٢)، والخلية رقم (٢) عبّر فيها المورث (ج) بشكل أكبر من الخلية رقم (١)، وفي كلا الخليتين لم يعبّر المورث (د) عن نفسه، وبالتالي يستنتج من هذه التجربة أن المورثين (أ، ب) قد لايكون لهما علاقة بالمرض، وأن المورث (ج) في الخلية رقم (٢) قد يرتبط بشكل مباشر أو غير مباشر مع المرض، وأن المورث (د) غير مرتبط بنشاط الخلية في تلك الظروف من التجربة، لأنه لم يعبّر عن نفسه في كلا الخليتين.

تطبيقات المصفوفات المجهرية

توجد عدة تطبيقات لتقنية المصفوفات المجهرية في شتى المجالات سواء الطبية أو البيئية أو الزراعية، ومن تلك التطبيقات مايلي :

• **السرطان**

يمكن استخدام تقنية المصفوفات المجهرية بشكل واسع في دراسة عدة أنواع من السرطان، مثل: الثدي، والبروستاتا، والقولون، والرئة، والدم... وغيرها؛ نظراً لقدرة هذه التقنية على دراسة التعبير الوراثي في الجينوم بأكمله لنسيج واحد يحتمل إصابته بالمرض، إضافة إلى قدرتها على تعريف أنماط مختلفة وجديدة من المرض لم يكشف عنها من قبل؛ ولذلك فقد تم تطوير أنظمة متقدمة من هذه المصفوفات تتيح فرصة الكشف المبكر للمرض، ودرجته، واحتمالية عودته للمريض، وتحديد درجة استجابته للعلاج المقدم.

• **الدواء**

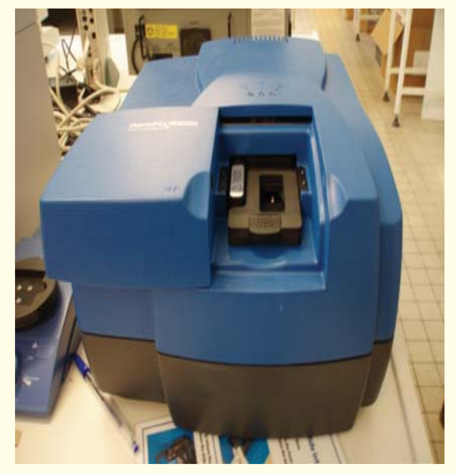
أدى استخدام المصفوفات المجهرية إلى ظهور فرع علمي جديد يعرف بعلم الجينوم الدوائي (Pharmacogenomics) أو «الطب الشخصي»، والذي يختص بدراسة آلية تأثير المورثات على الاستجابة للعقاقير، مما يمكن من صنع الدواء المناسب للمريض حسب حالته، وهذا يعني أن كثيرًا من الناس سيحصلون على أدوية تناسب أمراضهم الشخصية وتركيب مورثاتهم.

• **المناعة**

بالرغم من التقدم في مجال التثبيط المناعي الذي زاد من فرص نجاح نقل الأعضاء (Organ Transplant) إلا أنه لا تزال هناك حالات رفض مناعي للأعضاء المزروعة. والتي تعتمد على درجة التحمل للعضو المنقول عند المرضى المستقبلين لها، بالإضافة إلى التأثيرات الجانبية لعقارات التثبيط، مثل: العدوى، ودرجة سمية العقار، والتأثيرات الأيضية غير المرغوب فيها. وقد تمكن الباحثون باستخدام المصفوفات المجهرية من اكتشاف المورثات المسؤولة عن التحمل المناعي وأخرى عن الرفض المناعي، كما نجحوا في استحثاث التحمل المناعي وزيادته والمحافظة عليه، بالرغم من وجود بعض البروتينات المسؤولة عن الاستجابة المناعية الأولية (Pro-inflammatory Cytokines) والتي تحدث عادة قبيل حدوث عملية الرفض.

• **الخلايا الجذعية**

تعرف الخلية الجذعية بأنها عبارة عن خلية



■ جهاز ماسح خاص بالمصفوفات المجهرية.

جانبية كاملة القدرات تولد في الساعات الأولى من إخصاب الخلية الجنسية بجسم الإنسان، لتتطور خلال أربعة أيام إلى خلايا متعددة النشاطات. تتميز الخلية الجذعية بأنها تتأقلم في أي مكان تعيش فيه، حيث يمكن من خلالها عمل خلية للقلب أو الكبد وغيرها؛ ولذلك فهي تعد إحدى التوجهات الحديثة للتغلب على العديد من المشاكل وعلاج بعض الأمراض. وقد استخدمت المصفوفات المجهرية في دراسة التغيرات الوراثية للخلايا الجذعية المزروعة قبل وبعد عملية الزرع، وتحديد مدى قدرتها على تشكيل أنواع جديدة من الخلايا في ذلك العضو المزروعة فيه، كما يمكن أيضاً من خلالها دراسة درجة الاستجابة المناعية للمورثات؛ لضمان نجاح عملية الزراعة.

• **الأمراض المعدية**

يشمل استخدام تقنية المصفوفات المجهرية في مجال الأمراض المعدية عدة جوانب أهمها مايلي:

▪ **أبحاث الجينوم المقارن:** ويتم من خلالها الكشف عن الاختلافات الواسعة للمحتوى الصبغي في السلالات الميكروبية ذات القرابة، والتي لها نفس السمات الظاهرية، بسبب اختلاف المورثات بينهم، وبذلك أمكن دراسة العديد من الميكروبات، مثل: ميكروب الدرن (Mycobacterium Tuberculosis)، وتحديد درجة ضراوته (شدته) أو مقاومته للمضادات الحيوية، وبالتالي إمكانية استخدام أنواع من المضادات الحيوية أكثر فاعلية .

▪ **العلاقة بين العائل و المسبب المرضي:** يمكن الكشف عنها بواسطة تقنية المصفوفات المجهرية؛ لأنه عندما تحدث الإصابة بالمرض نتيجة دخول المسببات المرضية إلى جسم الكائن الحي، فإنه ينتج عنه تغير شامل في التعبير الوراثي لمورثات العائل أو المسبب؛ نتيجة لرد الفعل من العائل على المسبب المرضي أوالعكس. وبفضل استخدام هذه التقنية أمكن ملاحظة ورصد تلك التغيرات الوراثية لدى العائل والممرض، مما يزيد من فهم تلك العلاقة وبالتالي إمكانية منع أو تقليل الإصابة بالأمراض .

▪ **الكشف عن المسبب المرضي:** بما أن عملية كشف وتعريف ميكروبات محددة في بيئات معقدة ومختلفة ليس بالعمل السهل، خصوصاً إذا كان مستوى تواجد تلك الميكروبات ضئيل جداً في تلك البيئة، فإن استخدام تقنية المصفوفات المجهرية يمكن أن تساهم في الكشف عن العديد من الميكروبات من خلال تتابعات الدنا، وتصنيفها حسب مستوى النوع (Species Level) بشكل سريع ودقيق في آنٍ واحد، حيث يمكن طباعة آلاف المورثات المحددة التي تخص ميكروبات معينة على شريحة زجاجية لا يتعدى طولها سبعة سنتيمترات، وكذلك الكشف عن آلاف الميكروبات في وقت قياسي.

▪ **الأسلحة الإحيائية (البيولوجية):** ويعتمد تحضيرها وتصنيعها على ما تفرزه بعض الميكروبات



▪ شريحتان من المصفوفات المجهرية.

من سموم ذات تأثيرات خطيرة على الإنسان وإلحاق الضرر بما يمتلكه من ثروة حيوانية أو نباتية. وقد تمكن الباحثون باستخدام تقنية المصفوفات المجهرية من تصميم شرائح تحتوي على تتابعات الدنا لأهم الميكروبات سواء كانت فطرية أو بكتيرية أو فيروسية والمتوقع استخدامها كأسلحة إحيائية ، مما ساهم في الكشف عنها في وقت قياسي وبدقة متناهية.

▪ **تحضير اللقاحات:** حيث تعتمد عمليات تحضير وتطوير اللقاحات على العلاقة بين العائل والمسبب المرضي من حيث تركيب المورثات ونوعية الأجسام المضادة والمستضدة. نظراً لأن المسبب يحاول – في أحيان كثيرة – تغيير تعبيره الوراثي للتغلب على الاستجابة المناعية للعائل، وبالتالي ظهور المرض مرة أخرى، فإنه بفضل تقنية المصفوفات المجهرية يمكن الكشف عن أي تغيير في تعبير المورثات، مما يتيح فرصة دراسة ومسح مورثات يمكن أن يكون لها أهمية في تحضير اللقاحات.

المراجع:

1- **Microarray Gene Expression Data Analysis:** A Beginner's Guide by Helen Causton, John Quackenbush, and Alvis Brazma, 2003.
2- **DNA Microarrays:** A Molecular Cloning Manual, by David Bowtell and Joseph Sambrook, 2002.
3- **DNA Microarrays and Related Genomics Techniques:** Design, Analysis, and Interpretation of Experiments, by David B. Allison, Grier P. Page, T. Mark Beasley, and Jode W. Edwardsm, 2005.
4- **Microarray Bioinformatics**, by Dov Stekel, 2003.
5- **Affymetrix:** www.affymetrix.com
6- **NCBI: Microarrays:** Chipping away at the Mysteries of Science and Medicine; http://www.ncbi.nlm.nih.gov/About/primer/microarrays.html

عالم في سطور

د. السيد

يعد عالمنا لهذا العدد من أبرز علماء العالم في مجال الوسائل الطيفية الجزيئية وتقنيات الليزر الحديثة المستخدمة لدراسة التحولات الحركية في الجزيئات الكيميائية، والمجموعات الذرية الغازية، والأجسام الصلبة، والأنظمة الحيوية، وتحولات الطاقة في مختلف الأنظمة الضوء- كيميائية.

هجر عالمنا وطنه الذي ولد فيه لعدم توفر البيئة والإمكانات العلمية المناسبة، مثله مثل آلاف الكفاءات العلمية العربية والإسلامية المهاجرة، والتي ينعم بإنتاجها العلمي والفكري بلدان وفرت لها كل الوسائل المعينة على الإبداع والتميز.

• **الاسم**: **مصطفى عمرو السيد.**

• **الجنسية** : مصري الأصل، أمريكي الجنسية.

• **تاريخ ومكان الميلاد**

١٩٣٣/٥/٨م في مدينة زفتى، محافظة الغربية، جمهورية مصر العربية.

• **التعليم**

– ١٩٥٣م بكالوريوس علوم من كلية العلوم بجامعة عين شمس، القاهرة.

– ١٩٥٩م دكتوراه في الكيمياء من جامعة فلوريدا، أمريكا.

• **أعماله**

– ١٩٦١م–١٩٦٤م أستاذ مساعد في جامعة كاليفورنيا لوس أنجلوس.

– ١٩٦٤م–١٩٧١م أستاذ في جامعة كاليفورنيا لوس أنجلوس.

– ١٩٧٦م–١٩٩١م أستاذ زائر في جامعة باريس.

– ١٩٧٨م–١٩٨٨م أستاذ زائر في الجامعة الأمريكية في بيروت.

– ١٩٨٠م– ٢٠٠٤م رئيس تحرير مجلة الكيمياء الفيزيائية.

– ١٩٩٤م – حتى الآن مديراً للمعهد التقني بولاية جورجيا.

– ٢٠٠٠م – حتى الآن أستاذ مشرف على مختبر حركية الليزر.

• **مساهماته العلمية**

– نشر هو وفريق عمله أكثر من ٥٦٠ ورقة علمية.

– اشتهر بقانون التنظير الطيفي المسمى "قاعدة السيد".

– طور مع فريقه تقنيات جديدة للتنظير الطيفي.

– استخدم أمواج فائقة السرعة من أشعة الليزر لدراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية على مستوى النانو، والاستفادة منها في مجالات علمية وطبية مختلفة، أبرزها معالجة السرطان باستخدام مركبات الذهب الدقيقة.

– تمكن من إبادة الخلايا السرطانية عن طريق حقن أوردة حيوانات التجارب بدقائق نانوية من الذهب، دون أن تؤثر على الخلايا السليمة، ويتم ذلك بتعديل درجة سمية المواد بالتحكم في خواصها الكيميائية.

– ألقى العديد من المحاضرات العلمية القيمة في مختلف الجامعات والمراكز البحثية، كما شارك في العديد من المؤتمرات والندوات العالمية.

• **عضوية المنظمات والجمعيات**

شارك عالمنا في عضوية الكثير من اللجان والمجالس الوطنية الأمريكية والعالمية، منها:

– ١٩٨٠م عضو الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم.

– ١٩٨٤م عضو أكاديمية العلوم للعالم الثالث.

– ١٩٨٦م زميل الأكاديمية الأمريكية للعلوم والآداب.

– ١٩٨٧م–١٩٩١م عضو في الإتحاد الدولي للكيمياء التطبيقية.

– ١٩٩٠م–١٩٩٢م رئيس المجلس الوطني الأمريكي لبحوث الاتحاد الدولي في الكيمياء والكيمياء التطبيقية.

– ٢٠٠٠م زميل الجمعية الأمريكية للعلوم الفيزيائية.

– ٢٠٠٩م عضو لجنة التحكيم لجائزة الملك فيصل العالمية في الفيزياء.

• **الجوائز والأوسمة**

حصل الدكتور مصطفى على العديد من الجوائز والأوسمة تقديراً لإبداعاته العلمية والبحثية، منها:

– جائزة التعليم المتميز من جامعة كاليفورنيا لوس أنجلوس عام ١٩٦٤م.

– الميدالية الذهبية من الجمعية الكيميائية الأمريكية عام ١٩٧١م.

– الجائزة المصرية الأمريكية للإنجاز العلمي المتميز عام ١٩٨٨م.

– جائزة الملك فيصل العالمية في الكيمياء عام ١٩٩٠م.

– جائزة هاريس من جامعة نبراسكا عام ١٩٩٥م.

– ميدالية ريتشارد من الجمعية الكيميائية الأمريكية عام ٢٠٠٠م.

– جائزة لانجمير في الكيمياء من الجمعية الكيميائية الأمريكية عام ٢٠٠١م.

– الميدالية الوطنية الأمريكية للعلوم، سلمها له رئيس الولايات المتحدة عام ٢٠٠٧م.

– ميدالية جمهورية مصر العربية من الدرجة الأولى، سلمت له بواسطة رئيس الجمهورية عام ٢٠٠٩م.

التقنية الحيوية الزراعية

أ.د. ماهر محمد شحاته



تعاني كثير من دول العالم خاصة النامية منها من مشاكل عديدة يبرز في مقدمتها الجوع وسوء التغذية، حيث قدرت منظمة الغذاء العالمية (FAO) عدد الجوعى في العالم في مطلع عام ٢٠٠٩ م بنحو ٩٦٣ مليون شخص إضافة إلى مليار شخص آخرين يعانون من سوء التغذية يعيش معظمهم في المناطق الريفية من البلدان النامية التي تعتمد على الزراعة بجميع قطاعاتها المختلفة بما في ذلك الصيد والرعي وتربية المواشي كمصدر رئيس للغذاء في كل من أفريقيا وجنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية.

كما يعزى تفاقم هذه المشاكل في تلك البلدان لعدة أسباب منها : الازدياد المستمر في عدد سكان العالم إضافة إلى التغير المناخي السلبي المتمثل في زيادة الجفاف وشح وندرة مصادر المياه والأمطار الذي نجم عنه تقلص مساحات الأراضي الزراعية وانخفاض إنتاجية وجودة المحاصيل الزراعية المختلفة في معظم الدول النامية، كما حدث مع البرازيل والأرجنتين وجنوب أفريقيا منذ أواخر التسعينات من القرن الماضي.

الجدير بالذكر أن منظمة الغذاء العالمية سجلت نقصاً في الإنتاجية العالمية للحبوب والخضروات والفواكه، ولا يزال العالم معرضاً لأزمة غذاء حادة إذا لم يتحرك صُنَّاع القرار بشكل سريع في الوقت الذي تزداد فيه مشاكل التغير المناخي والاحتباس الحراري التي تزيد من تحديات القطاع الزراعي على مستوى الدول النامية .

كانت أولى الخطوات العملية الفعَّالة التي اتخذتها حكومات الدول النامية للخروج من المشاكل الغذائية والمناخية السالفة الذكر هو بذل كل الطرق العلمية اللازمة لزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية وجودتها وبخاصة الحبوب الرئيسة (الأرز والقمح والذرة)، إضافة إلى انتخاب سلالات حيوانية أكثر إنتاجية. أطلق على تلك المحاولات الناجحة بالثورة الخضراء التي حققت الأمن الغذائي لشعوب البلدان النامية وأحدثت تقدماً ملموساً في أساليب الزراعة ومجال تطوير الكيماويات الزراعية كالمبيدات والأسمدة.

ظهرت الثورة الخضراء في الفترة من ١٩٦٠م إلى ١٩٩٠م، إلا أنها تسببت في الإخلال بالتوازن الحيوي للمحاصيل الزراعية التقليدية وهجرها على حساب المحاصيل المحسنة الجديدة، كما تسبب الاستخدام الواسع النطاق للمبيدات والمواد الكيميائية الزراعية الأخرى في تدهور بيئي شديد كما عرَّض الصحة العامة للخطر ، إضافة إلى ذلك فقد كانت النظم الزراعية في تلك الفترة تتطلب استخدام الري على نطاق واسع، مما أدى إلى استنزاف كبير لموارد المياه في العالم.

تضافرت جهود العلماء في أرجاء عديدة من العالم للبحث عن تقنيات بديلة يمكن أن تحدث تطور جوهري وملموس في المجال الزراعي والغذائي دون إلحاق الأضرار بالنظام البيئي والإنسان ، ويتجلى ذلك في ثورة التقنية الحيوية (Biotechnology) التي لعبت دوراً أساسياً في زيادة كمية المحاصيل وتحسين جودتها ، والتعرف على أسرار الكائن الحي عن طريق فك ومعرفة رموز الشفرة الوراثية، ونقل المورثات (Genes) من كائن حي لآخر، مما ساهم كذلك في الحفاظ على الأنواع النباتية والحيوانية ذات الصفات المرغوبة وانتخابها . وتكمن تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية في زراعة الأنسجة للتحسين النوعي والكمي ، إضافة إلى تقنيات أخرى، مثل: الإكثار الدقيق، زراعة الخلايا، زراعة الأعضاء، والحفاظ على الأصول الوراثية وتوثيقها وتعريفها، مما أدى إلى تقدم هائل في المجال الزراعي.

مفهوم التقنية الحيوية الزراعية

يعد علم التقنية الحيوية الزراعية أحد أهم ميادين علم التقنية الحيوية التطبيقية المبني على دراسة خصائص المادة الوراثية للكائنات الحية النباتية والحيوانية، والاستفادة منها في إنتاج أو تحوير أو تطوير محاصيل نباتية أو منتجات حيوانية ذات قيمة وفائدة للبشرية، وذلك عن طريق أحدث الوسائل المعملية والتقنية والدراسات العلمية المتخصصة . كما تسمى هذه التقنية بالتقنية الحيوية الخضراء كونها متعلقة بالمجال الزراعي والثروة الحيوانية والنباتية. وقد سعت العديد من الدول وفي مقدمتها أوروبا والولايات المتحدة في النهوض بهذه التقنية ووضع الخطط الاستراتيجية القريبة والبعيدة المدى لخوض غمار هذه التقنية وتحصيل أكبر قدر من فوائدها.

يعود نشأة مفهوم التقنية الحيوية البدائية في المجال الزراعي للعام ١٨٦٤م، عندما نجح العالم الفرنسي **لويس باستير (Louis Pasteur)** بتطوير طريقة يمكن بواسطتها قتل البكتيريا الضارة الموجودة في الألبان والحليب بالتسخين والتي سميت بالبسترة (Pasteurization). وساهم اكتشاف **باستير** في حفظ العديد من الأطعمة وسهولة نقلها بين البلدان دون أن تفسد .كما قام العالم النمساوي **جريجور مندل (Mendel)** في العام ١٨٦٥م بدراسة الصفات الوراثية لنبات البازلاء، واستنتج أن الصفات تنتقل من جيل إلى جيل، كما أجرى عمليات التهجين والانتخاب بين سلالتين مختلفة الصفات للحصول على سلالات ذات صفات مرغوبة .

كما قام العالم الأمريكي **هنري والس** في عام ١٩٢٦م بتطبيق نظريات مندل على بذور بعض المحاصيل النباتية والتهجين فيما بينها لتحسين جودة بعض الأصناف النباتية الغذائية وتسويقها تجارياً لأول مرة بالتعاون مع شركات الأغذية الرائدة في الولايات المتحدة.

كان لاكتشاف تركيب المادة الوراثية المتمثل في الحلزون المزدوج دوراً أساسياً ومهماً في مجال التقنية الحيوية وذلك عام ١٩٥٣م، بواسطة **جيمس واطسون** و **فرانك كريك**.

استمرت التقنية الحيوية الزراعية في التقدم والتطور، وفي عام ١٩٩٤م بدأت منظمة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في اعتماد تسويق الأصناف الزراعية الغذائية، وكان أحد تلك الأصناف الطماطم الطازجة ذات العمر الطويل التي أنتجتها شركة فلافرسافر (FlavrSavr)، والتي منحت المستهلكين طعماً ألذ وامتازت ببقائها طازجة فترة أطول من الطماطم العادية . تلا ذلك تطوير ١٨ محصولاً بطرق التقنية الحيوية الزراعية وتسويقها عام ١٩٩٧م والتي تم اعتمادها من الحكومة الأمريكية، ولا تزال البحوث والتجارب الزراعية قائمة ومستمرة لإنتاج المزيد من المحاصيل النباتية ذات القيمة الغذائية العالية وتسويقها .

تطور مفهوم التقنية الحيوية الزراعية بمرور السنوات حتى تداخلت معها فروع العلم المتخصصة الأخرى، مثل: الكيمياء الحيوية، والأحياء الدقيقة، وفسيولوجيا النبات والحيوان، والفيزياء الحيوية، بهدف إكثار الأنواع النباتية والحيوانية المرغوبة وتطويرها ودراسة مكوناتها العضوية والوراثية والكيميائية والاستفادة من ذلك في إنتاج أنواع مضاعفة جديدة تخدم الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وتقاوم الظروف البيئية الصعبة .



■ جهاز الدوران الحراري.

أنواع التقنيات الحيوية الزراعية

تنوعت أشكال التقنيات الحيوية الزراعية وتطورت بمرور السنوات منذ أواسط القرن الماضي. وتم تقسيم تلك التقنيات إلى نوعين باختلاف طريقة التعامل مع الخلايا النباتية أو الحيوانية ، وذلك كما يلي:-

١- **زراعة الأنسجة والخلايا**: ويُستخدمان في الإنتاج السريع لمواد نباتية موحدة الصفات، وعالية الجودة، وخالية من الأمراض، بطريقة فعَّالة ومنخفضة التكلفة؛ ويمكن بعد ذلك إكثار النباتات في أي بيئة أخرى في ظروف محكومة بصرف النظر عن موسم النمو والمناخ.

٢- **تضخيم المادة الوراثية**: وهي تقنية تستخدم لمضاعفة الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) للحصول على البصمات الوراثية لتعريف بعض الأصناف والسلالات النباتية والحيوانية،



■ جهاز الدوران الضوئي.

ودراسة العلاقات التطورية بينها. ويمكن استخدام نفس التقنية في تشخيص الميكروبات في الأغذية والأعلاف. ويتم إجراء هذه التقنية بجهازي الدوران الحراري والدوران الضوئي.

٣- الدلائل الجزيئية: وهي الحصول على نمط وراثي يميز النبات أو الحيوان. وتستخدم الدلائل الجزيئية بأشكال مختلفة في رسم العلاقات التطورية بين الأنواع النباتية أو الحيوانية، كما يمكن استخدامها في الإسراع بعملية الانتخاب في عمليات التربية التقليدية والتحسين الوراثي.

٤- إنزيمات القطع وتحديد المورثات المرغوبة: وهي إنزيمات متخصصة في قطع الدنا حيث تستخدم تلك الإنزيمات في تقطيع الدنا، وتسهل عزل بعض المورثات المرغوبة من مصادر نباتية لاستخدامها في التحوير الوراثي للحصول على صفات مرغوبة.

٥- تطعيم الحمض النووي في الخلية: ويقصد به دمج مورثات من مصدرين مختلفين، ويمكن تطبيقها في إنتاج محاصيل، أو حيوانات أو أسماك محورة وراثياً بإضافة عوامل وراثية أو صفات جديدة معينة، مثل مقاومة الأمراض.

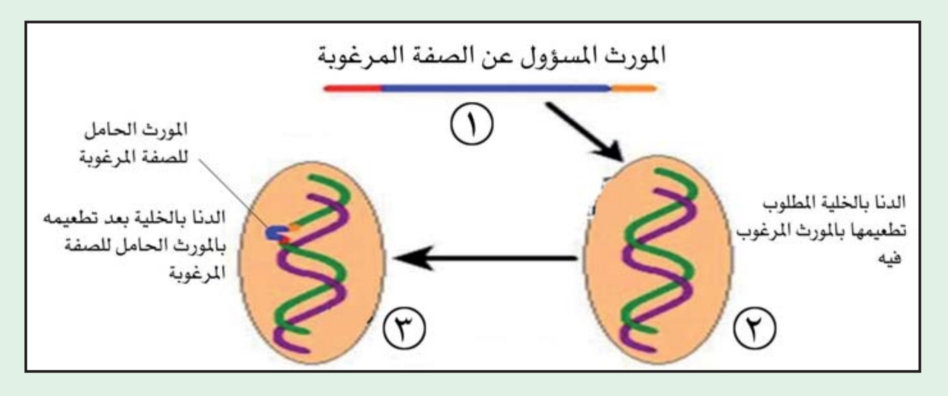
٦- الاستنساخ: ويستخدم لإنتاج أعداد متطابقة وراثياً من الخلايا والأفراد في النباتات والحيوانات. وسوف نتناول ذلك بالتفصيل في مقالة مستقلة.

٧- التحوير الوراثي: وهي عملية شائعة في النبات، ويحدث بنقل المورثات من نوع نباتي إلى آخر، بهدف الحصول على صفات مرغوبة. وسوف نتناول ذلك بالتفصيل في مقالة مستقلة.

٨- التلقيح الصناعي ونقل الأجنة: ويقصد بالتلقيح الصناعي نقل الحيوانات المنوية من الذكر إلى رحم الأنثى بعد حثها على التبويض باستخدام هرمونات محفزة. أما نقل الأجنة فيتم فيه إنتاج الأجنة خارج الرحم، ويتبع ذلك انتخاب أفضلها، ومن ثم نقلها للرحم حتى مرحلة الولادة. وهاتين الطريقتين تستخدمان في قطاعي الثروة الحيوانية والأسماك للإسراع ببرامج التربية، وتشخيص الأمراض وإنتاج لقاحات عالية الكفاءة.

٩- هندسة البروتينات: وتعتمد على مفهوم التحوير الوراثي من أجل إنتاج بروتينات محددة أو بروتينات جديدة، ويتم ذلك عن طريق تعديل تركيب البروتين بتغيير أو إزالة أو إضافة أحماض أمينية، أو تعديل الشكل الفراغي للبروتين، ويتبع ذلك تغير الوظيفة التي يقوم بها هذا البروتين، وهي تقنية لها تطبيقات مفيدة، مثل: الإنزيمات والمحفزات الحيوية (Biocatalysts) التي تسهل إتمام التفاعلات الكيميائية.

١٠- تسلسل المادة الوراثية: وتعتمد على قراءة تسلسل النيوكليوتيدات المكونة للمورثات، وبها تم إنجاز مشروع الجينوم البشري (وسوف نتناول ذلك بالتفصيل في مقالة مستقلة)، وهي وسيلة للكشف عن الطفرات، وتشخيص بعض الأمراض الوراثية والبيئية.



عملية تطعيم الحمض النووي.

أهم تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية

تركزت أهداف تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية على تحسين الخصائص العامة للمحاصيل وجعلها مقاومة للعديد من الآفات سواءً الحشرات أو المبيدات أو الظروف المناخية السيئة، وذلك عن طريق نقل وإدخال مورث أو أكثر يعمل على تفعيل تلك الخصائص المحسنة أو التعديل على تلك المورثات بما يزيد من نشاط أو تثبيط مادة معينة في النبات، ومن أهم تلك التطبيقات ما يلي :-

١- نباتات غير بقولية مثبتة للنيتروجين الجوي: وتتم عن طريق عزل المورثات المسؤولة عن إفراز الإنزيمات المثبتة للنيتروجين الجوي وتحوله إلى نيتروجين عضوي - تلك المورثات موجودة في النباتات البقولية، مثل: الفول والفاصوليا والعدس- ومن ثم نقل تلك المورثات إلى نباتات الحبوب، مثل: الذرة، والقمح، والأرز، والشعير بحيث يمكن لهذه النباتات الاستغناء عن إضافة المواد السمادية النيتروجينية .

٢- نباتات مقاومة للحشرات والأمراض والحشائش: ويعد إنتاجها ذو أهمية كبيرة في الحفاظ على البيئة وزيادة إنتاجية المحصول ، وقد تم استخدام مورثات معزولة من البكتيريا *(Bacillus thuringiensis)* لإنتاج بروتينات فتاكة بالحشرات، حيث تحتوي

على مورث ينتج بروتيناً ساماً يؤدي إلى تمزيق القناة الهضمية للحشرة ، وقد نجحت تلك التجربة في إنتاج العديد من النباتات المقاومة للحشرات، مثل: القطن، والذرة، والأرز، وفول الصويا. ولا تزال المساحات المزروعة من تلك المحاصيل في تزايد مستمر.

كما يعد إنتاج نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش باستخدام التقنية الحيوية أول تطبيق لهذه التقنية على النطاق التجاري ، وتحتوي مبيدات الحشائش على مادة فوسفينوثريسين (Phosphinothricin) الذي يقتل النباتات بإعاقة الإنزيم المسؤول عن عملية تمثيل النيتروجين وإزالة سمية الأمونيا ، وتحتوي النباتات المقاومة لمبيدات الحشائش على مورث بكتيري ينتج إنزيم يتخلص من سمية مادة الفوسفينوثريسين، ومن أشهر تلك النباتات التي تم تحويرها نبات فول الصويا، والقطن، والذرة .

ومن الجدير بالذكر أن استخدام التقنية الحيوية أصبح مهماً في مقاومة مختلف الأمراض ، حيث نتجت محاصيل تحمل صفة المقاومة للأمراض الفيروسية أو البكتيرية أو الفطرية ، ومثال ذلك المورث (Xa21) الذي منح نبات الأرز مقاومة مرض اللفحة البكتيرية .



■ نبات القطن المقاوم للحشرات.

٣- نباتات مقاومة للظروف القاسية:

وتتطلب توفر إمكانيات وتجهيزات وكفاءات عالية . وقد تم إنتاج نباتات كثيرة مقاومة للظروف البيئية القاسية، مثل: الحرارة العالية ، والصقيع الجاف، والملوحة، والعناصر الثقيلة ومن تلك النباتات: القمح، الشعير، الذرة، فول الصويا، القطن، الطماطم.

٤- إنتاج البلاستيك: حيث يتم عزل أو استنساخ المورثات المسؤولة عن إنتاج إنزيم يحث على تكوين بعض المركبات الأولية لإنتاج البلاستيك والموجود في نبات (Arabadopsis)، ومن ثم نقله إلى المادة الوراثية للنبات المطلوب إنتاجه للبلاستيك.

٥- إنتاج ألياف حيوانية وبرية ذات متانة عالية:

ويتم عن طريق عزل المورثات المسؤولة عن إنتاج الخيوط المتينة الموجودة لدى العنكبوت، ومن ثم نقلها إلى الماعز لإنتاج خيوط وبرية ذات قوة ومتانة عالية (أقوى من الفولاذ ٥٠ مرة) ، لكن تطبيق هذه التجربة يتم على المستوى العملي فقط أما على المستوى التجاري يتطلب الكثير من العمل والجهد لضبط العديد من المتغيرات المتعلقة بإجراء التجربة للحصول على نتائج مشجعة.

٦- إنتاج بروتين أحادي الخلية: ويجب أن يمتاز بنسبة عالية من البروتين الخام والأحماض الأمينية المتوازنة ونسب منخفضة للأحماض الأمينية غير المرغوب فيها ، ومن فوائد هذا البروتين رفع كفاءة الإنتاج الحيواني، واختزال مساحة الأراضي الزراعية المخصصة لإنتاج المحاصيل الأخرى .

٧- نباتات أخرى ذات خصائص أخرى مهمة:

وتتمثل فيما يلي :

- زيادة الإنتاج كماً ونوعاً، مثل: إنتاج الأرز الذهبي المحتوي على مورث « البيتاكاروتين» للتغلب على مشكلة نقص الحديد ، كذلك إنتاج البطاطس ذات المحتوى العالي من النشأ.
- تحسين خصائص الشكل واللون والطعم في الثمار والبذور، مثل: الطماطم، والتفاح، والفراولة.
- تأخير نضج بعض الثمار وزيادة قدرة بعض النباتات لإعطاء إشارات عند نقص المياه أو بعض العناصر .
- تطهير البيئة من المخلفات الكيميائية باستخدام بكتيريا محورة وراثياً لها القدرة على تفكيك المركبات المعقدة الضارة إلى مواد بسيطة غير ضارة .
- استخدام النبات أو الحيوان كمفاعلات حيوية لإنتاج اللقاحات في ثمار بعض الفواكه وألبان الحيوان، ويتم فيها إدخال المورثات الخاصة بالفيروس المسبب لمرض شلل الأطفال مثلاً في الموز، أو إدخال مورثات تحسين إنتاج الألبان إلى الحيوان.
- رفع إنتاجية الحيوان من اللحم واللبن ، بإدخال مورثات مسؤولة عن تقليل الدهون، ومن ثم زيادة كمية اللحم على حساب الدهون.

الجهود المبذولة

تواصلت الجهود المبذولة على مستوى دول العالم المختلفة ومنظمات الأغذية والزراعة حول التقنية الحيوية وتعددت تلك الجهود مابين نشرات ومؤتمرات وعروض لنتائج تطبيقية . وفيما يلي سنعرض هنا بعض الأمثلة على سبيل المثال لا الحصر :

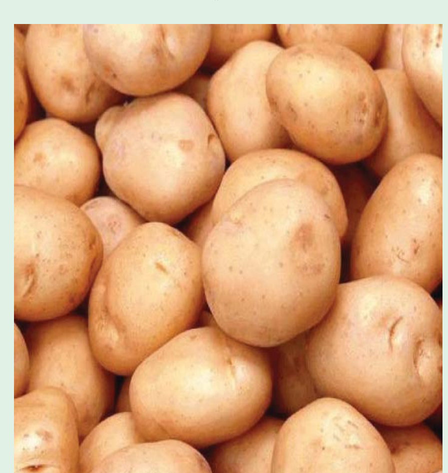
• **الجهود العالمية**

شاركت منظمة الأغذية والزراعة بشكل فعَّال في السنوات الأخيرة، وذلك في عدد من الأنشطة المتعلقة بالتقنية الحيوية الزراعية، حيث قامت

بوضـع الاسـتراتيجيات التوجيهيـة المعنيـة بالأمن الغذائـي للأطعمـة المشـتقة مـن الكائنـات المعدلة وراثياً، كما قامت بتأمين وسائل المساعدة والتدريب للباحثـين في مجال التقنية الحيوية الزراعية وتأمين معلومات علمية عنها .

• **الجهود الإقليمية والدولية**

اعتبرت الصـين أن التقنيـة الحيوية الزراعية تعـد أحـد أهـم التحديـات لزيـادة إنتـاج الغـذاء وتحسـين المنتجـات الغذائية النباتيـة والحيوانية ، وقد تم تقييم ١٠٣ مورثاً تم انتقاءها بعناية لتحسين الصفات في ٤٧ نوعاً نباتياً، وذلك من حيث مقاومة الأمراض ومبيدات الحشـائش ، وشملت المحاصيل المحسـنة الأرز ،القمح، الـذرة، القطن، الطماطم، البطاطس، الخيار، البابايـا، الدخن. أما في الهند فقـد تم توفير المصـادر البشـرية والبنيـة التحتية للاسـتثمار في التقنيـة الحيويـة الزراعية خاصـة الموالح واللـبن، كما تم زيادة إنتاج محصـول الهيل بنسـبة ٤٠٪ باسـتخدام تقنية زراعة الأنسجة. وفي المكسـيك بدأت زراعة المحاصـيل المحسنة المقاومة للحشـرات، مثـل: الـذرة المقاومـة للفيروسـات، بالإضـافة للتوجـه الرامـي للمحافظة علـى التنوع الحيـوي . أما في بعض الـدول الأفريقية فقد بدأت زراعة نباتات جديدة محسنة وراثياً لزيادة الإنتاج، وتقليـل انخفـاض إنتاجيـة المحاصـيل الناتجة عن الآفـات الزراعية ،حيث بـدأت كينيـا بزراعة الموز الخـالي مـن الأمراض ، وجنـوب أفريقيـا زرعت القطـن المقـاوم للآفـات ، وزيمبابوي اسـتخدمت لقاحات جديدة مضادة للأمراض الحيوانية.



■ درنات البطاطس ذات المحتوى العالي من النشأ.

• **جهود بعض الدول العربية**

تضـافرت الجهـود في بعض الـدول العربية في مجال التقنية الحيوية الزراعية، ففي المملكة العربية السعودية بدأت الجهات المختصة بالبحث عن وسائل عدة لزراعة محاصيل الحبوب الأساسية ونخيل التمر المعدلـة وراثيـاً، وذلـك في المناطق المحليـة والجافة حيـث يمكنها تحمل الظـروف البيئية غـير الملائمة، بالإضـافة للخطط الاسـتراتيجية للتحسـين الوراثي للإبل والدواجن المحلية . أما في مصـر فهناك خطط لإنتـاج أصـناف نباتية تتحمـل الملوحـة والجفاف، والاسـتفادة مـن المخلفـات الزراعية والحيوانيـة، واستخدام الطحالب الخضراء كسماد عضوي.

قامـت الجزائر باسـتخدام التقنية الحيوية في إكثـار البطاطـس والنخيل المحورة وراثيـاً والمقاومة للظروف البيئية القاسـية ، كما قامت المغرب بإنتاج عنب وبطاطـس خاليين مـن الأمراض الفيروسـية كما تجري بعـض الأبحاث حول تثبيـت النيتروجين الجوي بواسطة الأشجار .أما في الأردن فقد تركزت البحوث حول إنتاج أصـنـاف من الحبوب والمحاصيل الأخرى عالية الإنتاج والتي تتحمل الظروف المناخية الصعبة، وقد تم إنتاج القمح والبطاطس والطماطم والخيـار التـي تتحمل الجفـاف والملوحـة والمقاومة للأمراض المختلفة .

يتضـح مما سبق أن الدول العربية تتفاوت فيما بينهـا في مدى اهتمامها بالتقنيـة الحيوية الزراعية وتبنيها ودمجها مع الجهـد الوطني للتنمية، فبعض الـدول يتوفـر لديها الاهتمـام ولكـن لا تتوفر لديها الإمكانيـات. والبعض الآخر لديه سياسـات وبرامج بالتقنية الحيوية التقليدية، ويقتصـر الجهد في تلك التقنيات الحديثة على علاقات شـراكة أو تعاون مع الـدول المتقدمة، أمـا الفريق الثالث لديه سياسـات وبرامج تشتمل على سياسات وطنية للاستحواذ على التقنيـات الحديثة بالإضـافة إلى روابط في الخارج من القطاعين الحكومي والخاص. إضـافة إلى ذلك فقد تم إنشاء معاهد ومراكز بحثية في معظم الدول العربية لتواكب التطور في هذا المجال .

الخـــلاصـــة

تعد التقنيـة الحيويـة الزراعيـة طوق النجاة للبشـرية أجمـع وذلك لمجابهة المشـاكل المختلفة الناتجـة عن نقص الغـذاء والطاقـة ، إلا أنه مع اتفاقنا مـع إيجابياتها فلابد من وضـع محاذير وضـوابط تطبيقية وما بعد تطبيقية والتي تشمل قيـاس مـدى الصـلاحية لمنتجـات الاسـتهلاك الآدمـي، حيـث أن الهـدف الأسـمى للعلـم هـو المحافظة على صـحة الإنسـان من خلال غذائه الذي يمثل محور الحياة .

المراجع

-www.google.com.sa
-www.pewtrusts.org/our_work_category.aspx?ID=442
-www.apec.org/apec/apec.../other_apec_groups.html
-www.bio.org/foodag/faq.asp
-www.actionbioscience.org/biotech/borlaug.html

:: الجديد في العلوم والتقنية ::

بالون للكشف عن الأشعاعات الكونية

تم إطلاق البالون في ١٧ مايو عام ٢٠٠٩م من محطة الفضاء السويدية (Esrange) قرب مدينة كيرونا الواقعة في منطقة القطب الشمالي بسرعة إطلاق بلغت ٤٠ عقدة وارتفاع ٤٣,٤ كلم، حيث تم تحميله بمجموعة من كواشف الإشعاعات الكونية (Cosmic ray detectors) محفوظة داخل هيكل مضغوط (Pressuried Shell)، سيقطع البالون المسافة بين السويد وكندا عابراً المحيط الأطلنطي ليتوقف في الشمال الغربي من كندا، ومن ثم يهبط للأرض بواسطة باراشوت، وسيتم تأمينه وتغطيته، ومن ثم حمله بواسطة طائرة مروحية (هيلوكوبتر) إلى محطة الفضاء ماك ميلان (Mac Millan) بفانكوفر، كندا .

يشير **جون كليم** الباحث المساعد بقسم الفيزياء والفلك في معهد بارتول التابع لجامعة ديلاوير وقائد الفريق البحثي إلى أن الإشعاعات الكونية عبارة عن إشعاعات فائقة الطاقة - صادرة عن انفجارات النجوم- وتدخل في غلافنا الجوي، وأن كتلة هذه الاشعاعات الكونية نشأت من موجات الصدمات القوية الناتجة عن الانفجارات الكونية.

يضيف كليم قائلاً: «إن الاشعاعات الكونية لها آثار صحية بالغة على رواد الفضاء والعاملين في مجال الطيران، وتتمثل تلك الأضرار في إتلاف المادة الوراثية (DNA)، وزيادة خطر الإصابة بالسرطان، وإعتام عدسة العين، وبعض الأمراض العصبية الأخرى».

قامت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) بتقديم دعم لهذا المشروع يقدر بنحو مليون دولار، بحيث يكون هناك تعاوناً بحثياً علمياً بخصوص تصميم البالونات الاستكشافية وإجراء المزيد من البحوث المتعلقة بالإشعاعات الكونية بين جامعة ديلاوير بالسويد ومركز كولومبيا الفضائي البحثي في بلستين – تكساس، الولايات المتحدة – يتضمن التعاون العلمي بين الجانبين إطلاق بالونين استكشافيين معبأين بالهيليوم أحدهما يحمل معدات إلكترونية منخفضة الطاقة (Low Energy Electrons-LEE) والأخر لحمل المعدات الإلكترونية الفرعية المضادة للدوران (Anti-Electron sub orbital playload- AESOP).

ويضيف **كليم** أن البيانات التي سيجمعها البالون الاستكشافي ستستخدم لدراسة التغيرات الشمسية (Solar Modulation) وإختلاف الإشعاعات الكونية المرتبطة بالنشاط الشمسي.

يمكن لبالون (AESOP) الكشف عن وجود الإلكترونات ذات الطاقة العالية التي تصل إلى ١٠جيجا إلكترون فولت، حيث يحتوي البالون على أنظمة كاشفة للإشعاعات إضافة إلى جهاز مطياف مغناطيسي (Magnetic Spectrometer) لتحديد الشحنة الإلكترونية للجسيمات وكتلتها وطاقتها.

تعد غرفة الشرارة هي المكون الرئيس في هذا البالون، وهي إحدى غرف البالون الخمس التي توجد بشكل متوازي، وتتكون تلك الغرف المتوازية من صفائح ألومينيوم متصلة في نمط متبادل يتوسطها مزيج بطيء الحركة من غازي النيون والهيليوم، وعندما يمر الجسيم المشحون خلال الغرف فإنه يترك أثراً عبارة عن أيون، وعندما تتراكم الأيونات يتولد مجال إلكتروني عالي يعمل على تسريع هذه الأيونات باتجاه صفائح الألومينيوم مكوناً شرارة حمراء عمودية يمكن رصدها وتسجيلها بواسطة كاميرا مزدوجة خطية مشحونة ذاتياً (Iinear Charge-coupled device Camera - (CCD).

يؤكد **كليم** أن العمل لا يزال مستمراً لدراسة متعمقة عن كيفية تأثير الحقل المغناطيسي المتغير للشمس على تزايد كثافة وكمية الإشعاعات الكونية الضارة بالإنسان، ومن ثم إيجاد الوسائل المناسبة للتخلص منها.

المصدر:

www. Sciencedaily.com (May 22.2009)



نجح باحثون في جامعة ديلاوير بالسويد في إطلاق بالون استكشافي عملاق بيضاوي الشكل أقطاره ١٤٠ و١٢٠متراً إلى الفضاء؛ وذلك بهدف جمع بيانات عن الإشعاعات الكونية المعروفة بجزيئاتها المشحونة.

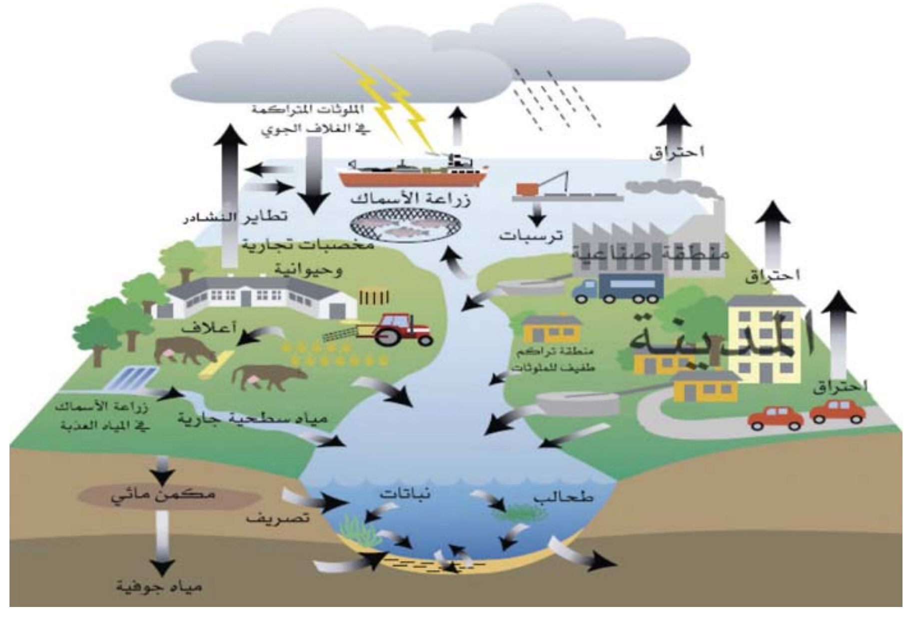
التقنيـــــة الحيويـــــة البيئيـــــة

د. محمد بن بروجي الفقيه

إن مشكلة التلوث البيئي ليست مشكلة جديدة أو طارئة بالنسبة للأرض، وإنما الجديد فيها هو زيادته كماً ونوعاً وكيفاً في عصرنا الحاضر، فخلال العقود القليلة المنصرمة - ومع تجاوز عدد سكان الأرض لحاجز الستة بلايين نسمة، وما صاحبه من ثورة علمية وصناعية - تم إنتاج كميات هائلة غير مسبوقة من المخلفات الصناعية والملوثات التي امتلأت بها أرجاء كوكب الأرض وأصبحت عبئاً على البيئة.



يقدر العلماء أن ملايين الأطنان من الملوثات الهوائية يتم إطلاقها سنوياً إلى الغلاف الجوي، وأن معظم هذه الملوثات هي من صنع الإنسان، شاملة عوادم السيارات والشاحنات وأدخنة المصانع ومحطات الطاقة وحرائق الغابات. لقد امتدت يد الإنسان المخربة أيضاً إلى المياه على سطح كوكب الأرض من مياه جوفية وأنهار وبحار وبحيرات فأصبحت في حالة يُرثى لها نتيجة ما يلقى فيها من المخلفات الصناعية والبشرية والحيوانية. أما التربة على سطح كوكب الأرض فلم تنجو هي الأخرى من التلوث نتيجة الاستعمال العشوائي والمكثَّف للمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية، ورمي وطمر النفايات غير المعالجة، شكل (١) .



■ شكل (١) رسم توضيحي يبين بعض مصادر التلوث البيئي للهواء والماء والتربة.

تعدت مشكلة التلوث البيئي النطاق الإقليمي وأضحت مشكلة عالمية لا تعترف بالحدود السياسية ولا الإقليمية، لذلك يلاحظ أن هناك قلقاً متزايداً من قبل المجتمع الدولي حيال التلوث البيئي؛ مما أفضى بكثير من الدول المتقدمة إلى سَن كثير من القوانين الدستورية والتركيز بشكل مكثف على زيادة الوعي لدى المستهلك في محاولة للحد من هذه الظاهرة. وفي نفس الوقت تسارعت خطى البحث العلمي والتطبيقي لتوظيف التقنيات الهندسية والحيوية الحديثة للحد من أو تقليل التلوث البيئي عن طريق إيجاد طرق تصنيعية أقل ضرراً على البيئة وإنتاج منتجات صديقة للبيئة.

الملوثـــــات البيئيـــــة

تنقسم الملوثات البيئية إلى ما يلي :-

- **مركبات طبيعية**

تمثل هذه الملوثات الغالبية العظمى من المخلفات الناتجة عن ممارسة الإنسان لحياته اليومية، وهي تشبه في تركيبها المركبات الطبيعية الموجودة في الطبيعة؛ مما يجعلها هدفاً سهلاً

للتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة بصورة طبيعية في البيئة، كتلك الموجودة في التربة والمياه، لذلك فإنه ليس من المستغرب أن تعتمد كثير من العمليات التي تستخدمها حالياً الوكالات العامة والقطاعات الصناعية لمعالجة النفايات والملوثات بشتى أشكالها اعتماداً كبيراً على النشاط الميكروبي. ولكن تكمن المشكلة في أن كمية هذه الملوثات قد تفوق بمراحل قدرة هذه الكائنات على تفكيكها في الظروف الطبيعية.

- **المركبات الكيميائية الغريبة**

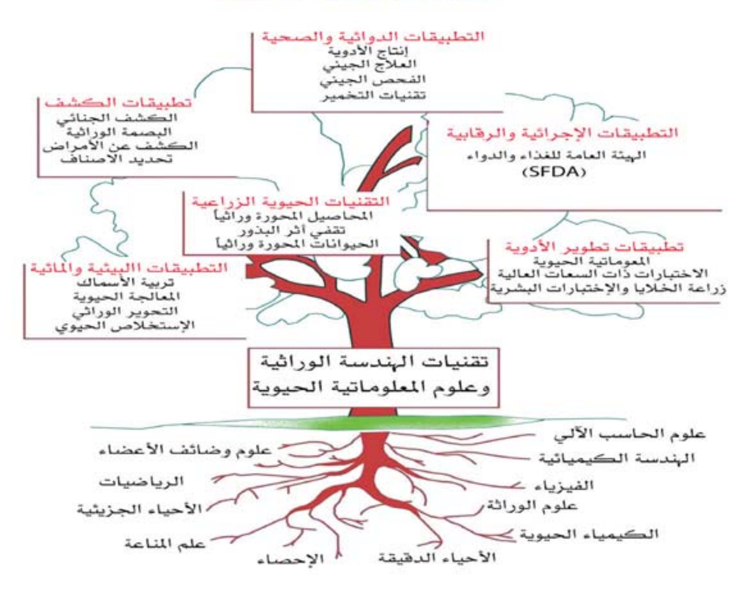
تشمل المركبات الكيميائية الغريبة (Xenobiotic Chemicals) مجموعة كبيرة متنوعة من المركبات الصناعية التي لا توجد بصورة طبيعية في البيئة، وإن وجدت فبكميات قليلة جداً، وهي عبارة عن المركبات أو المخرجات الكيميائية الصناعية التي تُنتج بطرق غير حيوية، وليس لها ما يماثلها في الطبيعة، مثل: مبيدات الحشرات (Pesticides)، ومبيدات الأعشاب (Herbicides)، والبلاستيك.

تكمن خطورة المخرجات الكيميائية الصناعية في قابليتها للتراكم في النظم البيئية المختلفة بمرور الزمن، مُشَكّلة بذلك خطراً محدقاً يهدد صحة الإنسان. علماً بأن بعض هذه المركبات تذوب في الدهون (Sat-soluble Xenobiotics)، مما يزيد من احتمالية تراكمها في الدهون الطبيعية لأجسام الحيوانات، وعند استخدام الإنسان لهذه الحيوانات كمصدر للغذاء تنتقل هذه المواد السامة لجسمه. وبالرغم من أن هذه المواد الكيميائية من صنع الإنسان إلا أن بيئتنا الطبيعية لا تخلو من الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تكسير وتحليل هذه المركبات، في الحالات التالية:

١- عندما تكون هذه المواد المصنعة مشابهة في تركيبها الكيميائي لمواد طبيعية، بحيث تتعرف عليها إنزيمات الكائن الحي وتستخدمها كمصدر كربوني لإنتاج الطاقة.

٢- عن طريق ظاهرة الأيض المرافق (Cometabolism)، بحيث ينتج الميكروب المُستخدم عند نموه الطبيعي إنزيمات لها القدرة على تكسير هذه المواد.

٣- عن طريق تكييف وتطويع الميكروبات لاستخدام هذه المواد الكيميائية كمصدر للطاقة.



■ شكل (٢) شجرة التقنية الحيوية: ترمز جذور الشجرة إلى مجمل العلوم الطبيعية والهندسية التي تساهم في التقنية الحيوية.

وبالرغم من قدرة الكائنات الحية الدقيقة الاستثنائية على التكيف الطبيعي لاستخدام مثل هذه المواد وتعديل بنيتها الكيميائية أو تفكيكها، إلا أن عملية تكيف وتطور الأحياء الدقيقة تحدث ببطء وبفعالية محدودة، لذلك فإن تدخل الإنسان في هذه الحالة يعد ضرورياً لتسريع عملية انتخاب الأحياء الدقيقة ذات الصفات الوراثية المرغوبة عن طريق استخدام تقنيات الهندسة الوراثية الحديثة، وهذا ما يمثل جوهر التقنية الحيوية البيئية.

مفهوم التقنية الحيوية البيئية

عرف العلماء التقنية الحيوية بشكل مبسط بأنها عبارة عن مجموعة من التقنيات العلمية المختلفة التي تُستخدم لتسخير الخلايا أو الكائنات الحية أو مواد منها لصنع أو تعديل أو تحسين منتج معين أو لتطوير أو تحوير كائنات حية لاستخدامات معينة قد تكون ذات قيمة وفائدة للإنسان. تطورت في غضون السنوات القليلة الأخيرة علوم التقنية الحيوية حتى أصبحت ركيزة أساسية لمختلف الأنشطة الحيوية التي تمس حياة الإنسان اليومية، وفي وقتنا الحاضر أصبحت ذات علاقة وثيقة بشتى جوانب حياته، حيث أسهمت بشكل فعَّال في إيجاد الحلول المجدية والحاسمة لكثير من مشكلات الإنسان المعاصر، شكل (٢).

تتنوع المجالات البحثية للتقنية الحيوية لتشمل عدّة مجالات منها – على سبيل المثال لا الحصر– مجال تحسين الإنتاج النباتي والحيواني، والإنتاج الصناعي، والطب والرعاية الصحية، ومجال الطاقة، و مجال البيئة، وغيرها؛ مما قد يستجد من مجالات بحثية بهدف تحسين وتطويع إمكانات الكائنات الحية من أجل خدمة الإنسان.

استخدامات التقنية الحيوية البيئية

هناك الكثير من أوجه استخدامات التقنية الحيوية البيئية التي تمس بشكل مباشر أو غير مباشر حياة الإنسان، ومن نطاقات استخدام التقنية الحيوية البيئية ما يلي:

- **مرحلة التصنيع**

يمكن للجهات التصنيعية – أثناء مرحلة

التصنيع – أن تستفيد وبشكل فعَّال من الكائنات الحية أو أجزاء حيوية منها – والتي تعمل بصورة فعَّالة عند درجات الحرارة العادية مقارنة بعمليات التصنيع الكيميائية، والتي تتم عند درجات حرارة وضغط مرتفعتين – وبالتالي فإن استخدام مثل هذه الكائنات كبديل في عمليات التصنيع سوف يؤدي إلى تقليل التكلفة التصنيعية، وزيادة الأمان في مناطق العمل، بالإضافة إلى المحافظة على البيئة من الآثار المدمرة لعمليات التصنيع الكيميائية التقليدية، وإنتاج مخلفات بكميات قليلة، وتقليل الاعتماد على المصادر غير المتجددة، وقد يكون لاستخدام التقنيات الحيوية البيئية مردوداً اقتصادياً ملموساً، حيث يمكن استخدام الكائنات الحية الدقيقة لتحويل المواد الخام العضوية قليلة التكلفة إلى منتجات ذات قيمة مرتفعة، كذلك يمكن استخدام الإنزيمات عالية التخصصية لإنتاج مواد ذات نقاوة عالية إذا ما قورنت بمثيلاتها التي تنتج بواسطة التفاعلات الكيميائية.

- **إدارة النفايات**

يصاحب كل الصناعات عادة مخلفات سائلة متدفقة، ويشترط لإطلاق هذا النوع من المخلفات في مياه المجاري أن تكون آمنة تماماً على البيئة والنظم البيئية الطبيعية، وعليه فقد لجأت كثير من الجهات الصناعية المنتجة لمخلفات سائلة غير آمنة إلى إنشاء مواقع متخصصة للاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة لمعالجة الملوثات الموجودة في مثل هذه المخلفات.

- **التحكم بالتلوث**

يتعدى استخدام الكائنات الحية في المجالات السابقة إلى عوامل تنظيف إضافية تسهم وبشكل فعَّال في التحكم بالتلوث البيئي. فعلى سبيل المثال يمكن استخدام الكائنات الحية الدقيقة والإنزيمات كبديل لكثير من المواد الكيميائية السامة والخطرة لتنظيف الأجهزة وأسطح العمل وأنابيب المجاري من الزيوت والدهون والمخلفات العضوية. فضلاً عن ذلك يمكن استخدام الكائنات الحية كأجهزة كشف حيوية عالية الحساسية لتقييم ومكافحة التلوث.

المعالجة الحيوية

يقصد بالمعالجة الحيوية (Bioremediation) استخدام النظم الحيوية (الميكروبات والنباتات) لتقليل التلوث الهوائي والمائي والأرضي، عن طريق تكسير وتحليل الملوثات المتراكمة. تُعد المعالجة الحيوية باستخدام الميكروبات الأكثر انتشاراً بين تقنيات المعالجة الحيوية الأخرى، حيث تستطيع هذه الكائنات الحية الدقيقة تكسير كثير من المركبات الكيميائية المكوِّنة للملوثات واستخدامها كمصدر غذائي أثناء نموها. تختلف آلية التكسير الحيوي باختلاف الميكروبات المستخدمة ويعتمد ذلك بشكل أساسي على نوعية الأيض للميكروب، فهناك أنواع من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية (Aerobic) التي تحتاج إلى الأكسجين، بينما هناك أنواع أخرى لا هوائية (Anaerobic) تستطيع إتمام تكسير المواد الكيميائية والملوثات بدون الحاجة للأكسجين. بالإضافة إلى ذلك هناك أنواع أخرى من الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في عمليات المعالجة الأحيائية بالرغم من عدم اعتمادها على الملوثات الكيميائية كمصدر للطاقة. وفي هذه الحالة يتم تكسير الملوثات الكيميائية بآلية تعرف بالأيض المشترك (Cometabolism)، حيث تقوم المسارات الأيضية للكائن الحي أثناء نموه الطبيعي بإنتاج مركبات أو إنزيمات تعمل على تكسير الملوثات بصفة غير مباشرة، وقد استفاد العلماء من ظاهرة الأيض المشترك لإنجاز عمليات التحلل الحيوي التام الذي يتم من خلاله نزع السمية بالكامل عن طريق معدنة الملوثات إلى ثاني أكسيد الكربون والماء ومركبات أخرى غير عضوية عديمة السمية بدلاً عن عمليات التحلل الجزئية التي قد تؤدي إلى تكوين مركبات وسطية ذات سمية عالية. فعلى سبيل المثال يؤدي التحلل الحيوي غير التام لمركب رُباعي كلوريد الإيثيلين (Tetrachloroethylene) – مركب يدخل في تركيب صناعة المنظفات – إلى إنتاج مركب فينيل كلوريد، وهو مركب مسرطن وشديد السمية.

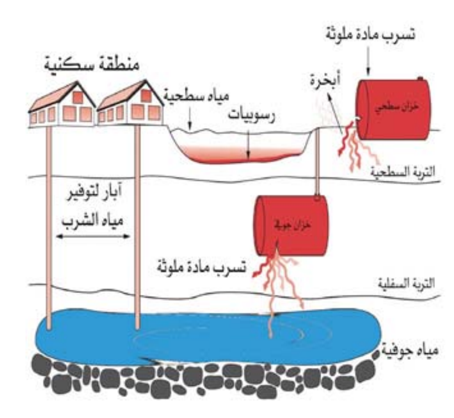
قد يحدث التحلل الحيوي بصورة تلقائية بدون تدخل الإنسان، ويسمى في هذه الحالة بالمعالجة الحيوية الحقيقة (Intrinsic Bioremediation) إلا أنه في كثير من الأحيان قد لا تكون الظروف الطبيعية مواتية أو قد لا تكون مثالية تماماً بسبب نقص الأكسجين أو المواد المغذية أو حتى الكائنات الحية الدقيقة المناسبة. يساعد تدخل الإنسان في مثل هذه الحالة – عن طريق توفير النواقص – في إتمام عمليات التحلل الحيوية. فعلى سبيل المثال أدى ارتطام ناقلة النفط العملاقة التابعة لشركة إكسون فالديز بالصخور بالقرب من شواطئ ألاسكا عام ١٩٨٩م إلى تسرب النفط على مساحة تقارب ١٠ آلاف ميل مربع على شواطئ ألاسكا محدثاً واحدةً من أسوأ الكوارث البيئية في التاريخ، وفي محاولة لتسريع عمليات تكسير بقعة الزيت قامت السلطات المختصة في حينه بنشر كميات وفيرة من المغذيات على بقعة الزيت في محاولة لتحفيز عمل الميكروبات المحللة للنفط.

خلاصة القول في هذا المجال أن تقنيات المعالجة الحيوية يمكن أن تستخدم للتقليل من أو إزالة المخلفات الخطرة الموجودة في البيئة، كما يمكن أيضاً استخدام هذه التقنيات استباقياً لمعالجة المخلفات الصناعية قبل مغادرتها مراكز الإنتاج والتصنيع، ومن أهم مجالات المعالجة الحيوية ما يلي :

- **مياه الصرف الصحي والمخلفات الصناعية السائلة**

تُستخدم الكائنات الحية الدقيقة بشكل روتيني في معامل معالجة مياه المجاري للتخلص من كثير من الملوثات الشائعة قبل إفراغها في الأنهار أو البحار، ولكن زيادة التلوث الصناعي وإنتاج ملوثات غريبة على البيئة استوجب إيجاد تقنيات جديدة تستطيع وبصفة خاصة إزالة هذه الملوثات.

إن تركيب وتركيز مياه الصرف الصناعي تختلف من صناعة إلى صناعة ومن منشأة إلى أخرى، كما تختلف مياه الصرف الصناعي عن مياه الصرف الصحي في أن الأولى تحتوي على مجموعة من المخلفات والنفايات الصناعية ذات المصادر المختلفة والطبيعية المتباينة،



■ شكل (٣) رسم يوضح آلية تلوث المياه الجوفية عن طريق تسرب الملوثات لباطن التربة.

مثـل: مركبـات النيتروجـين والفسفـور والمعادن الثقيلة و المركبات المكلورة.

تشمـل طـرق المعالجـة الأحيائيـة الحديثـة عمليـات المعالجـة اللاهوائيـة والمعالجة الهوائية باستخـدام المرشحـات الحيويـة، والأغشيـة الحيوية، والمفاعلات الحيوية. يمكن خفض تكلفة معالجة ميـاه الصرف الصحـي والصناعي عن طريق تحويل هذه المخلفـات إلى مركبات نافعة، فعلـى سبيل المثـال يمكن إزالـة المعـادن الثقيلة ومركبـات الكبريـت مـن المخلفـات الصناعيـة بواسطـة بكتيريا تعتمد علـى الكبريت في نموها، ثم يمكن إعـادة استخدامها مـرة أخرى. ومثال آخر هو إنتاج علف الحيوانات من الكتلة الحيوية الفطرية الناتجة بعد عمليات إنتاج البنسيلين.

● **مياه الشرب**

هناك قلق متنامي من التدني المستمر لجودة ميـاه الشرب نتيجـة تلوثها بالمخلَّفـات الإنسانية أو النباتية أو الحيوانيـة أو المعدنية أو الصناعية أو الكيمائية التـي تُلقى مباشرة في مصادر المياه كالبحيرات أو الأنهار، أو عن طريق تسربها للمياه الجوفية، شكل(٣). من هذا المنطلق تبرز أهمية استخـدام التقنيات الحيويـة البيئية لاستصلاح وتنقية المياه الملوثة وإعادة استخدامها.

● **الهواء والنفايات الغازية**

يقصد بالنفايات الغازية الغازات أو الأبخرة الناتجة عـن المنشآت الصناعيـة المختلفة، مثل: محطـات توليـد الطاقـة الكهربائيـة، ومعامـل تكرير النفط والغاز الطبيعي، ومصانع الإسمنت والأسمـدة الصناعيـة التـي تنفـث في الهـواء الجوي مـن خلال مداخنها أو مـن خلال وسائل النقل والتدفئـة. تضم هذه الملوثات مجموعة من الغـازات والجزيئـات الضارة، مثـل :أول أكسيد الكربـون، وثـاني أكسيـد الكبريـت، والأكاسيد النيتروجينيـة، والجسيمات الصلبـة العالقـة في الهـواء كالأتربـة وبعض ذرات المعـادن المختلفة. وللتخلص من هذه الملوثات تستخدم المرشحات الحيويـة التقليديـة، وهـي مرشحـات بسيطـة التركيـب ورخيصـة الثمـن مملـوءة بالأسمـدة العضوية. إن الهدف الأساسي من استخدام هذه المرشحـات هو إزالة الروائح الكريهة المنبعثة من المصانع، حيث تقوم الكائنـات الدقيقة الموجودة بشكل طبيعي في هـذه الأسمدة بتحويل المركبات العضويـة المسببـة للروائـح الكريهـة إلى ثـاني أكسيـد الكربـون وبخار المـاء، ولكن يعـاب على هـذه الأنواع مـن المرشحات الحيويـة التقليدية: بطء معـدلات معالجـة النفايـات الغازية، وكبر حجمهـا، وقصر عمرها الزمنـي. لذلك اتجهت جهـود الباحثين والمهندسـين إلى إيجـاد أنظمة ترشيح عالية الكفاءة، مثـل: المرشحات الحيوية (Trickling Biofilters)، وأجهـزة التنظيـف الحيوية (Bioscrubbers).

تعتمـد تقنيـة المرشحـات الحيويـة الحديثـة علـى نفس مبـدأ المرشحات الحيويـة التقليدية، حيث تستخدم الميكروبـات للتخلص من الملوثات العضوية العالقة في الهواء، إلا أنها تتميز بكفاءة عاليـة وأحجـام أقل، شـكل(٤). تختلف تقنيات التنظيف الحيوية عـن المرشحات الحيوية في أن تنقيـة الهواء تمـر بمرحلتين، شـكل(٥). يتم في الأولى "غسيـل الهواء الملوث" عـن طريق إذابة الملوثـات الغازيـة في المـاء، بينما يتـم في الثانية تمريـر هـذا الخليـط إلى مفاعـل حيـوي يحوي ميكروبات لاهوائية تعمل على تحليل الكيميائيات أو الملوثـات الضارة، بحيث يكـون الناتج النهائي عبارة عـن غاز حيـوي (الميثـان)، والذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة.

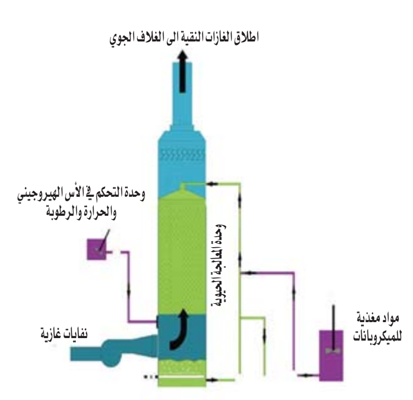
● **النفايات الصلبة**

تعـد النفايـات الصلبـة المنزليـة مـن أكبر المشـكلات التي تواجـه مجتمعاتنـا الاستهلاكية بسبـب التكلفـة العاليـة لعمليـات التخلص منها وضـرورة الحرص الشديـد للحيلولـة دون تلوث الميـاه الجوفيـة والهـواء. تتركـب الكثيـر مـن المخلفات المنزلية من مواد عضوية يسهل تحللها، ومن هنـا تنبع أهميـة عزلها عـن المخلفات غير العضوية ومن ثم إعـادة تدويرها أو تحويلها عن طريق الحـرق أو الهضم اللاهوائي إلى منتجات ذات قيمـة اقتصادية. الجدير بالذكر أن تقنيات معالجـة النفايات الصلبة المنزليـة – خصوصاً تقنية الهضم اللاهوائي – حظيت خلال السنوات القليلـة الماضيـة بالكثير من الاهتمـام خاصاً في المجـال الاقتصادي، حيـث استخدمت مفاعلات حيويـة لاهوائية عاليـة السعة لتحويـل المخلفات المنزليـة العضوية إلى كميات وفـيرة من غازات حيويـة ومخلفـات عضويـة مستقـرة ذات قيمة اقتصادية عالية.

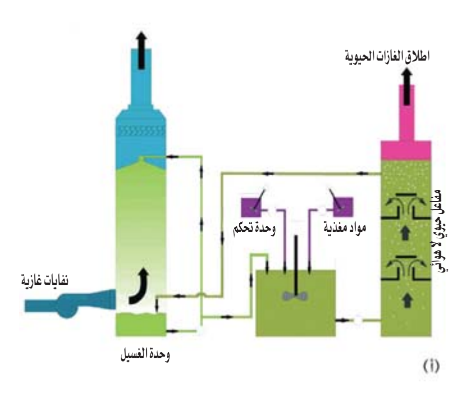
● **التربة**

يتم معالجة التربة حيويـاً بإحدى طريقتين، همـا:

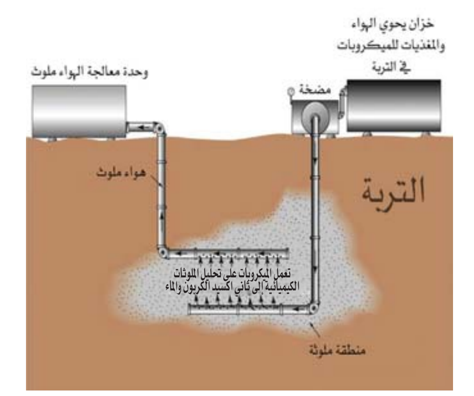
■ في **موقـع التلوث (In Situ)**، حيث يتم إضافة الميكروبـات المناسبـة للتربـة الملوثة سـواءً كانت سطحيـة أو جوفية، ويتم توفـير الظروف البيئية اللازمـة لنمو هـذه الميكروبـات، مثـل: التهوية، والمغذيـات المناسبـة، شـكل(٦). تتميـز هـذه



■ شكل (٤) رسم توضيحي لتركيب وآلية عمل المرشحات الحيوية.



■ شكل (٥) رسم توضيحي لتركيب وآلية عمل أجهزة التنظيف الحيوية (Bioscrubbers).



■ شكل (٦) آلية المعالجة الحيوية للتربة في موقع التلوث (In Site).

الطريقة بكفاءتها العالية وتكلفتها المعقولة.

■ **ضخ التربة الملوثة**، وفيها يتم ضخ التربة الحيوية الملوثة إلى محطات معالجة معدة على السطح (Ex Situ)، ومن ثم معالجتها حيوياً. ويعتمد تحديد استخدام هذه التقنية على عدة عوامل تخص الموقع الملوث، مثل: نوع التربة الملوثات، والمساحة المتوفرة.

● المعالجة الحيوية باستخدام النباتات

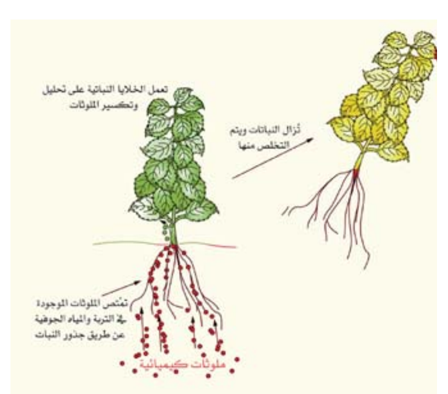
يطلق مصطلح المعالجة الحيوية باستخدام النباتات (Phytoremediation) على مجمل التقنيات التي تستخدم النباتات لتنقية البيئة من الملوثات المختلفة. وتُعد هذه التقنية جديدة إلى حد ما، حيث تبلورت في عام ١٩٩١م، وتكونت كثير من المعلومات بما يُعرف بالمعالجة الحيوية باستخدام النبات نتيجة للأبحاث العلمية في كثير من المجالات.

يمكن تقسيم تطبيقات المعالجة الحيوية باستخدام النبات إلى ثلاثة أقسام رئيسة طبقاً لاستراتيجية المعالجة ومصير المواد الملوثة:

■ **تكسير المواد الملوثة**: وهي – عادة – تتم نتيجة للعمليات الأيضية للنبات، أو في محيط جذور النبات بمساعدة البكتيريا التي تتواجد بكميات وفيرة في هذه المنطقة.

■ **استخلاص وتركيز الملوثات**: وتتم عن طريق امتصاصها من التربة وتركيزها في الجذور أو في المجموع الخضري للنبات فوق سطح التربة، وبعد إتمام هذه العملية يتم إزالة النبات بعيداً عن موقع التلوث وتدميرها أو إعادة تدويرها، شكل (٧).

■ **تطاير الملوثات إلى الغلاف الجوي**: حيث يعمل النبات على تحويل الملوثات إلى مواد



■ شكل (٧) آلية المعالجة الحيوية النباتية (Phytoremediation).

متطايرة يتم إطلاقها مع بخار الماء من خلال ثغور النبات. تعتمد المدة الزمنية التي تستغرقها النباتات لتنقية التربة من الملوثات على عدة عوامل، منها: نوع وكمية النبات المستخدم، نوع وكمية الملوثات، مساحة وعمق المنطقة الملوثة، نوع التربة والخصائص البيئية.

التقنية الحيوية البيئية الوقائية

استجابة للنداءات العالمية خلال السنوات القليلة الماضية، توجهت كثير من المؤسسات الصناعية الكبرى نحو تطوير عملياتها الصناعية لتخفيف التلوث البيئي. ويُلاحَظ أن هناك نمطاً وقائياً متنامياً على المستوى العالمي يدعو إلى إنتاج منتجات صديقة للبيئة، من هذا المنطلق يمكن للتقنية الحيوية أن تلعب دوراً بارزاً لتعزيز هذا التوجه على مستوى تطوير نظم الإنتاج الصناعية المستخدمة حالياً أو عن طريق تطوير نظم صناعية جديدة صديقة للبيئة. لقد توجهت كثير من القطاعات الصناعية إلى استخدام الإنزيمات كبديل للمحفزات الكيميائية، ومن هنا أمكن للتقنية الحيوية أن تلعب دوراً بارزاً في هذا المجال من خلال توظيف تقنيات هندسة البروتينات (Protein Engineering)، والمسارات الأيضية (Metabolic Engineering) لتحسين عمليات تخليق البروتينات، أو إنتاج وتطوير إنزيمات جديدة ذات كفاءة عالية تعمل عند درجات حرارة عالية وفي أوساط غير مائية، كما يمكن للتقنية الحيوية أن تسهم في إنتاج مواد جديدة صديقة للبيئة، وتكون بديلة للمنتجات الحالية، مثل البلاستيك الحيوي على سبيل المثال. ومن جانب آخر قد تسهم تطبيقات التقنيات الحيوية بشكل غير مباشر في التقليل من تلوث التربة بالمبيدات الحشرية والمخصبات الصناعية عن طريق إنتاج نباتات محورة وراثياً مقاومة للحشرات وقليلة الاعتماد على المخصبات. لقد تعدت تطبيقات التقنية الحيوية إلى إنتاج حيوانات صديقة للبيئة للتقليل من تراكم الفسفور في التربة وفي حظائر الحيوانات، فقد نجح علماء من جامعة جلف الكندية في إنتاج خنازير محورة وراثياً قادرة على إفراز إنزيم فيتيز (Phytase) من غددها اللعابية. يعمل هذا الإنزيم على تكسير المواد النباتية في الأعلاف والمحتوية على الفسفور غير الكامل للهضم بواسطة الحيوان، وبالتالي تقليل كمية الفسفور المخرج عن طريق فضلات الحيوان.

الكشف عن التلوث ومراقبته

هناك عدد كبير من الطرق الأحيائية المستخدمة حالياً للكشف عن حوادث التلوث والمتابعة المستمرة لمستويات التلوث البيئي، مثل: استخدام الكواشف الحيوية، والاختبارات المناعية. تتكون الكواشف الحيوية من شقين حيوي وآخر إلكتروني. يمكن أن يتكون الجانب الحيوي للكاشف الحيوي من إنزيمات أو أجسام مضادة أو مستعمرة بكتيرية أو غشاء حيوي أو مستقبلات عصبية أو كائن حي كامل. تستند فكرة الكشف الحيوي على تغير الخصائص الفيزيائية والكيموحيوية للشق الحيوي كردة فعل للتلوث البيئي بطريقة يمكن معها تسجيل هذا التغير بواسطة الجزء الإلكتروني، فعلى سبيل المثال يمكن استخدام التغيرات في الخصائص الضوئية لمركب اليخضور (Chlorophyll) في الطحالب لقياس كمية المبيدات العشبية في الأنهار. أما الاختبارات المناعية فتعتمد على استخدام أجسام مضادة معلّمة بصبغة معينة وإنزيمات. يحفز وجود ملوث محدد الارتباط بين الملوث والأجسام المضادة والذي يمكن الكشف عنه عن طريق التغير في خصائص الصبغة المرتبطة بالجسم المضاد كالتغير في اللون أو الإشعاع.

تُستخدم تطبيقات التقنية الحيوية الحديثة أيضاً للكشف عن الميكروبات المستخدمة للمعالجة الحيوية في مواقع التلوث ومتابعة نموها. تعتمد الطرق التقليدية على أخذ عينات من مواقع التلوث ومحاولة تنميتها مختبرياً للكشف عن الكائنات الحية الدقيقة. أما الطرق الحديثة فتشمل تقنيات التهجين الموضعي المتألق (Fluorescent in situ hybridization) و تفاعل البلمرة التسلسلي (PCR).

الهندسة الوراثية في تطوير التقنية الحيوية

تُعد الهندسة الوراثية أحد أهم فروع التقنية الحيوية والتي تُعنى بإعادة تشكيل أو هندسة المادة الوراثية (DNA) عن طريق حذف أو إضافة أجزاء منها، وذلك بهدف تغيير التركيب الوراثي للكائن الحي لإنتاج صفات وراثية جديدة ومحسنة. يتوقع العلماء والمختصون أن تساهم تطبيقات الهندسة الوراثية في تقديم الحلول العملية لكثير من المشاكل البيئية، مثل: التخلص من الملوثات البيئية، وإعادة تدوير المخلفات، ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. إن الأمثلة التي ذكرت سابقاً، مثل: إنتاج نباتات وحيوانات محورة وراثياً صديقة للبيئة، أو هندسة البروتينات والمسارات الأيضية ما هي إلا أمثلة بسيطة لتوضيح مدى تنوع الاستفادة من تطبيقات الهندسة الوراثية في مجال حماية البيئة. ونظراً للتنوع الأحيائي الهائل وتعدد المسارات الأيضية وتنوعها فإن تطبيقات تقنية الهندسة الوراثية لا نهائية في مجال إنتاج مواد بديلة صديقة للبيئة.

تتركز تطبيقات الهندسة الوراثية للكائنات الحية الدقيقة في المجال البيئي على تحسين وتطوير قدرة المسارات الأيضية، وذلك لزيادة فعالية هذه الكائنات على تكسير الملوثات البيئية أو إنتاج إنزيمات ذات أهمية صناعية واقتصادية. فعلى سبيل المثال قام العلماء بهندسة بكتيريا الإِشْريكيَّة القولونية (Escherichia Coli) عن طريق إضافة خمسة عشر مورثاً من بكتيريا من جنس الزَّائِفَة (Pseudomonas) لإنتاج بكتيريا محورة وراثياً لإنتاج صبغة النيلة لصبغ الأقمشة القطنية. حيث مكنت هذه الطريقة من الاستغناء عن المواد الكيميائية السامة التي كانت تستخدم لصبغ الأقمشة.

من جانب آخر قام العلماء بتسخير تقنيات الهندسة الوراثية في المجال الزراعي لتطوير محاصيل زراعية ذات جودة وقيمة غذائية عالية، بالإضافة إلى مقاومتها للأمراض والمبيدات الحشرية. كما أن هناك الكثير من الأبحاث العلمية لتطوير نباتات شديدة المقاومة للظروف البيئية السيئة، لزيادة كفاءة النباتات في مجال المعالجة الحيوية للملوثات.

مستقبل التقنية الحيوية البيئية

مع التسليم بأهمية تطبيقات التقنية الحيوية في شتى جوانب الحياة، يبقى العامل الاقتصادي وفكرة تحقيق فوائد تجارية باستخدام النظم الحيوية العامل الرئيس لدفع عجلة التقدم لتطوير التقنيات الحيوية بشتى أنواعها، وبالتالي فإن من الأمور التي لا مفر منها خضوع تطبيقات التقنية الحيوية للضغوط التجارية. ويرى الخبراء أنهم متأكدون بشكل جيد من أن القوى الاقتصادية والتشريعية والسياسية سوف تسهم في تشكيل مستقبل التقنية الحيوية البيئية. وفي نفس الوقت فإن استخدام التقنيات الحيوية البيئية لإيجاد حلول للمشكلات البيئية يعتمد وبشكل مباشر على العلوم الحديثة ومخرجاتها والتي تتطور بوتيرة متسارعة في عصرنا الحاضر. ومن المنتظر أن يشهد استخدام التقنيات الحيوية البيئية تقدماً كبيراً في عدة مجالات مثل:

- **الاستشعار الحيوي**

يتوقع الخبراء أن يشهد المستقبل تطوراً ملحوظاً في مجال استخدام الكاشفات الحيوية، وتجري الأبحاث الآن على قدم وساق لتطوير جيل جديد من الكاشفات الحيوية باستخدام التقنيات الحيوية الحديثة والتقنيات متناهية الصغر بحيث تكون ذات حساسية وانتقائية عالية.

- **التصنيع**

من المؤكد أن التوجه القادم سوف يركز وبشكل كبير على خفض الملوثات والنفايات الصناعية عن طريق استخدام سبل التصنيع المعتمدة على التقنيات الحيوية البيئية. ومع الأهمية المتزايدة للمحفزات الحيوية في مجال التصنيع فسوف يشهد المستقبل إقبالاً متزايداً على تطوير طرق حديثة ذات كلفة قليلة لتصنيع أنواع جديدة منها واستخدامها كبدائل للمحفزات الكيميائية التقليدية.

- **إدارة النفايات والتحكم في التلوث**

سيشهد المستقبل القريب نقلة نوعية في مجال إدارة النفايات خاصة مع الضغوطات المتنامية في كثير من دول العالم للحد من دخول الملوثات الحيوية النشطة إلى دائرة تدوير النفايات. ومع التطور الذي سوف تشهده تطبيقات الصناعات النظيفة وإعادة تدوير النفايات واستمرار الضغوط الاقتصادية والتشريعية والسياسية سوف يكون هناك تطوراً موازياً في مجال التحكم في التلوث البيئي.

- **استخدام الكائنات المعدلة وراثياً**

بالرغم من الحلول الواعدة لاستخدام الكائنات الحية المعدلة وراثياً لمواجهة التلوث البيئي، إلا أن هناك قلقاً متنامياً من الأخطار الناجمة عن إطلاق الكائنات المحورة وراثياً إلى البيئة، خاصة وأن هناك نقص في وقتنا الحالي في تقييم المخاطر المحتملة على البيئة المتلقّية. لذلك قد يشهد المستقبل تركيز العلماء والباحثين على محاولة الحد من انتشار الكائنات المعدلة وراثياً في البيئة. وتتركز التوجهات البحثية –قيد الدراسة الآن– في استخدام المادة الوراثية للبلاستيدة الخضراء (Chloroplasts) في النبات كهدف للمورثات الخارجية كبديل عن المادة الوراثية للنبات.

وفي الخلاصة فإن مفهوم التقنية الحيوية البيئية هو مفهوم واسع يشمل استخدام طرق تصنيع نظيفة واستخدام الميكروبات وتقليص استخدام الكيمائيات الزراعية واستخدام طرق المعالجة الحيوية لتنظيف البيئة إذا ما دعت الحاجة.

التقنية الحيوية الطبية

د. عصام بن جميل اليماني




أدى التقدم في مجالات التقنية الحيوية الحديثة إلى ظهور فرع جديد أطلق عليه التقنية الحيوية الطبية، التي تنوعت تقنياتها إلى مدى بعيد بفضل الأفكار والابتكارات الجديدة، مما ساهم في إيجاد الكثير من المنتجات الجديدة المطورة والمعدلة، منها: المضادات الحيوية، واللقاحات، والأجسام المضادة أحادية المنشأ، والهرمونات، والإنزيمات العلاجية، كما أدى التطور في أساليب الصحة العامة والظروف المعيشية، بالإضافة إلى الاهتمام بجانب اللقاحات والمضادات الحيوية المصنعة بالتقنية الحيوية إلى تقليل خطر الأمراض المعدية، مما جعل الأمراض المزمنة - مثل: السرطان، وأمراض القلب والأوعية الدموية، والزهايمر، وغيرها من الأمراض التي تكثر في سن الشيخوخة - هي مصدر التهديد الرئيس للحياة في المجتمعات المتقدمة.

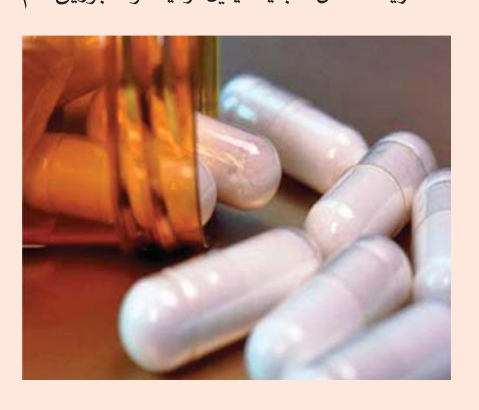
بدأ العلماء - بعد الانتهاء من رسم الخريطة الوراثية (الجينوم) للإنسان - البحث عن حلول لتقليل خطر تلك الأمراض، حيث وجدوا أن التقنية الحيوية الطبية يمكن أن تلعب دوراً مهماً في التقليل من أخطار كثيرة، خاصة تلك التي تنتج عن تغيرات في مورث (جين) أو أكثر، إلا أن هناك العديد من الأمراض المزمنة التي لا تنتج عن سبب وراثي واحد - بحيث يكون من السهل التعرف عليها - ولكنها تنشأ عن سلسلة منظمة ومعقدة من المسارات الأحيائية داخل الخلية، وتتأثر وتتفاعل مع عوامل البيئة.

يعد تأثير المستحضرات الصيدلانية على الرعاية الصحية للإنسان من أهم المجالات التي تحققت فيها ابتكارات عديدة على المستوى التجاري، ونظراً لأن تلك المنتجات تكون عادة مرتفعة القيمة، فإن العائد المادي في هذه الحالة سوف يضمن الاستثمار البحثي الشامل، ويجب التذكير أن الوقت اللازم لتحسين وتطوير منتج طبي حديث يتطلب وقتاً طويلاً، حيث يمر باختبارات السمية التي تتطلب فترات زمنية طويلة قبل تصديق وموافقة الهيئات الدولية والوطنية المختصة على عملية التسويق. وقد ظهرت مجالات وتطبيقات علاجية وتشخيصية جديدة أساسها التقنية الحيوية الطبية، منها:

المضادات الحيوية

المضادات الحيوية عبارة عن مركبات حيوية ذات فعل مضاد للميكروبات وخاصة بكتيريا جرام الموجبة والسالبة وفقاً لاستجابة أو عدم استجابة البكتريا للصبغ بمواد كيميائية. يطلق على المضادات الحيوية التي تؤثر على عدد كبير من الكائنات الحية الدقيقة لفظ "المضادت الحيوية ذات النطاق الواسع (Broad Spectrum)" مثل الكلورامفينيكول، والتتراسيكلين التي تستخدم في مقاومة العديد من الكائنات الحية الدقيقة، مثل: "الركتيسيا"، و"الكلاميديا"، وأنواع من "الميكوبلازما". وعلى النقيض من ذلك هناك المضادات الحيوية "ذات النطاق الضيق"، ومنها: الاستربتومايسين، والبنيسيلين، لأنها تكون فعَّالة فقط ضد أنواع قليلة من البكتيريا.

اكتشفت المضادات الحيوية بواسطة العالم "**الكسندر فلمنج**" عام ١٩٢٨م عندما لاحظ أن فطر "بنسيليوم نوتاتم" *(Penicillium notatum)* يمكنه أن ينتج مركبا له القدرة على إحباط نشاط كثير من البكتيريا دون التأثير على العائل أو الكائن المضيف. وقد أدى ذلك إلى ظهور العديد من البحوث العلمية التي غيرت بدرجة كبيرة التأثير المسيطر للأمراض البكتيرية على صحة الإنسان والحيوان، مما ساعد في السيطرة - بدرجة كبيرة- على الكثير من الأمراض البكتيرية، وبالتالي قلت نسبة الالتهابات الرئوية، ومرض الدرن (السل)، والكوليرا، والجذام، حيث أصبحت تصنف على أنها من الأمراض الأقل انتشارا في دول العالم المتقدمة. كما ظهر عن هذه البحوث المضادات الحيوية الفطرية، مثل: البنيسيلين، وكيفالوسبورين؛ ثم



ظهرت المضادات الحيوية من الفطريات الشعاعية (Actinomycetes)، مثل: الاستربتومايسين، وكلورامفينيكول، والتتراسيكلين، وغيرها.

تم – حتى الآن – عزل ما يزيد عن ٤٠٠٠ من المضادات الحيوية، إلا أن حوالي ٥٠ نوعاً منها فقط هي التي حققت استخدامات واسعة، وتبع ذلك اشتقاق العديد من المضادات الحيوية ذات الفعالية الواسعة. يوضح الجدول (١) بعض أنواع المضادات الحيوية ومصدرها وتأثيرها.

المضاد الحيوي	الكائن الدقيق المنتج للمضاد الحيوي	تأثير المضاد الحيوي
باستراسين	نوع من الباسيلس	مضاد للبكتيريا
كيفالوسبورينف	نوع من الأكريمونيوم	مضاد للبكتيريا
كلورامفينيكول	نوع من الكيفالوسبوريم	مضاد للبكتيريا
داونوروبيسين	نوع من الاستربتوميسيس	مضاد للطفيليات الأولية
فيوماجللين	نوع من الأسبرجيللس	مضاد للبكتيريا
جريزوفولفين	نوع من البنسليوم	مضاد للفطريات
ناتاميسين	نوع من الاستربتوميسيس	حفظ الأغذية
بنيسيلين-جي	نوع من البنسليوم	مضاد للبكيتريا
ريفاميسين	نوع من الفوكاريديا	مضاد للدرن
إستربتوميسين	نوع من الاستربتوميسيس	مضاد للبكتيريا
تتراسيكلين	نوع من الاستربتوميسس	مضاد للبكتيريا والأميبا

■ جدول (١) بعض أنواع المضادات الحيوية، مصدرها، وتأثيرها.

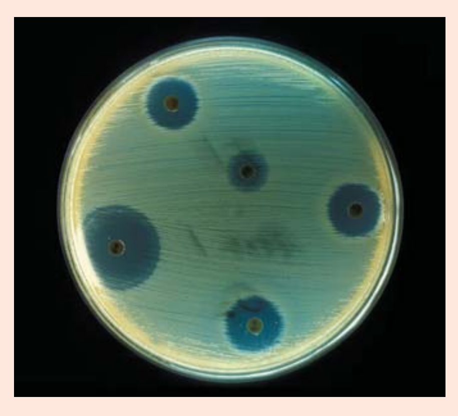
أدت الزيادة في استخدام المضادات الحيوية في العلاج – مع مرور الزمن – إلى حدوث ظاهرة تتزايد يوماً بعد يوم، تمثلت في مقاومة بعض أنواع البكتيريا للعقاقير، ومنها المضادات الحيوية، مما يتطلب اهتماماً بالغاً من قبل العلماء. وهنا يكمن دور التقنية الحيوية في لعب الدور الأكبر في تنمية وإنتاج مضادات حيوية جديدة و فعالة بالتحوير الوراثي، عن طريق تطوير سلالات من الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في إنتاج تلك المضادات، مع تعزيز عمليات العزل لمنتجات جديدة يمكن استخدامها كمضادات حيوية أخرى.

تعد القيمة العالية للمضادات الحيوية المصنعة بالتقنية الحيوية، وقلة التكلفة النسبية للمواد الخام المستخدمة في إنتاجها، وعدم وجود منافسة من جانب العمليات الكيمائية دافعاً قوياً لمواصلة البحوث والاستثمارات من قبل العديد من الشركات الكبرى في هذا المجال.

اللقاحات و الأجسام المضادة أحادية المنشأ

أدَّت التطورات العلمية في العقدين الأخيرين من القرن الماضي إلى الكشف وحل لغز العديد من العمليات المعقدة و المحيِّرة المتعلقة بالاستجابة المناعية في جسم الإنسان، حيث ثبت أنه عند دخول جسم غريب أو كائن حي دقيق مثل: البكتيريا إلى جسم الإنسان أو الحيوان، فإنه تبدأ سلسلة متتابعة من التفاعلات المناعية، والتي لو نجحت ستؤدي إلى إحباط نشاط هذا الجسم أو الكائن المغير والتخلص منه، ويمكن أن تبقى هذه الاستجابة في بعض الحالات في الجسم لسنوات عديدة مانحة الجسم مناعة كاملة أو جزئية ضد هذا النوع من الكائنات الدقيقة. يطلق على الكائن الحي الدقيق والغريب "المستضد (Antigen)"، بينما يطلق على المادة التي تظهر استجابة مضادة له داخل الجسم المضيف "الجسم المضاد (Antibody)".

يمكن تنشيط الأجسام المضادة عن طريق اللقاحات التي تعطى للإنسان والحيوان لتحفيز الجهاز المناعي ضد العدوى. وقد تم تطوير العديد من اللقاحات المستخدمة ضد كثير من الأمراض المعدية بطرق تقليدية عديدة، ولكن لا تزال هناك حاجة ماسة للمزيد من التطوير باستخدام أنظمة التقنية الحيوية، والتي أثبتت فاعليتها في العديد من المنتجات، ولكن معظمها يحتاج إلى فترات

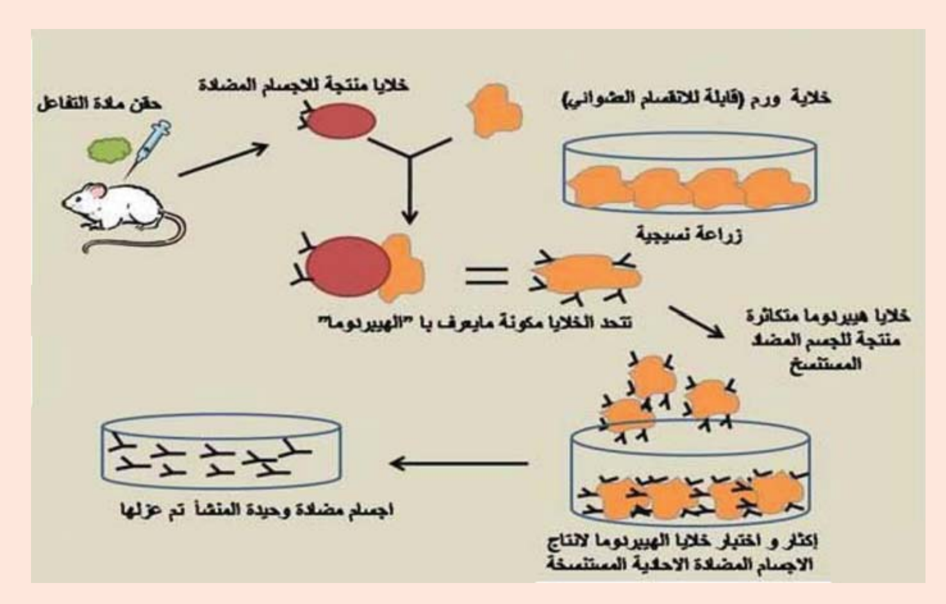


■ طبق اختبار حساسية الميكروب للمضاد الحيوي، حيث تحدد الهالات حول قرص المضاد الحيوي مدى تأثير المضاد على الميكروب. فكلما كبرت الهالة كلما أشار ذلك إلى قوة تأثير المضاد على الميكروب.

زمنية طويلة للحكم عليها بعد مراحل التجريب. حدث تطور جديد ومهم لاستخدام التقنية الحيوية في المجال الطبي عن طريق تطوير قدرة بعض الخلايا على إنتاج أجسام مضادة أحادية المنشأ (Monoclonal antibodies)، حيث تفرز الخلايا المنتجة لها نوعاً واحداً وثابتاً من الأجسام المضادة وبشكل مستمر.

تستخدم الأجسام المضادة أحادية المنشأ في التقنيات التشخيصية – مثل تشخيص بعض حالات السرطان، الحمل، الأمراض المعدية – على نطاق واسع، كما يمكن استخدامها في علاج بعض الأورام، فضلاً عن ذلك فقد يكون للأجسام المضادة أحادية المنشأ القدرة على حمل عقاقير السمية الخلوية مباشرة (أجسام نانونية أي متناهية الصغر) إلى مكان الورم وبصورة محددة، كما يمكن استخدام التقنية الحيوية في الكثير من المجالات البحثية الطبية، مثل: البحوث المتعلقة بالدم، وعلم الأنسجة، وعلم الأحياء الدقيقة، والكيمياء الإكلينيكية. يوضح الشكل (١) خطوات إنتاج الأجسام المضادة أحادية المنشأ.

الجدير بالذكر أن الأجسام المضادة أحادية المنشأ تعد – من الناحية التجارية – واحدة من أهم مجالات التقنية الحيوية التي تحقق أرباحاً عالية للعديد من الشركات الكبرى، ومن أمثلة ذلك فإن الفحوص المناعية في الوقت الحاضر تمثل حوالي ٣٠٪ من مبيعات الاختبارات التشخيصية، وتحقق



■ شكل (١) خطوات إنتاج الأجسام المضادة أحادية المنشأ.

ربحية قد تصل إلى حوالي ١٠ بلايين دولار سنوياً.

المستحضرات الصيدلانية الحيوية

تمثل المواد الكيميائية المركبة الغالبية العظمى من العقاقير الصيدلانية المنتشرة في السوق. وهي مشتقة إما مباشرة عن عمليات التركيب الكيميائي أو بالتحوير الكيميائي للجزيئات المشتقة من مصادر أحيائية. في المقابل أصبحت المستحضرات الصيدلانية الحيوية - عبارة عن عقاقير أو لقاحات بروتينية معادة التركيب (تأشيب) (Recombinant)، أو مصنعة، أو مستخلصة باستخدام التقنيات الحيوية- أكثر ملائمة في الكثير من الاستخدامات الأحيائية، إلا أنها مازالت تحتل جزءاً بسيطاً من الصناعات المتعلقة بإنتاج الدواء، ويعتقد كثير من العلماء أن التقنية الحيوية - بالإضافة لدورها في إنتاج عقاقير جديدة، وتحسين فعاليتها، وزيادة ثباتها، ووجودها الحيوي، وخلوها من الملوثات الخطيرة التي تنتج عن عمليات الاستخلاص الكيميائي - ستؤدي وبكل تأكيد إلى التقليل من التكلفة الضخمة التى تنفق في تطوير المنتجات للحصول على عقاقير جديدة، مثل تكاليف الاكتشاف، والتطوير، والارتقاء بالمنتج، والاختبارات السريرية. كما أنها ستقلل من الوقت اللازم لعمليات المسح والاختبارات الحيوية، وستوضح بدقة أكثر كيفية تأثير الأدوية في أجهزة جسم الإنسان.

من المستحضرات الصيدلانية الحيوية التي دخلت السوق الأمريكية والأوروبية وبعض الدول العربية ما يلي:

الإنترفيرونات البشرية

تلعب الإنترفيرونات البشرية (Interferons, IFNs) - بروتينات مرتبطة بجزيئات سكرية - دوراً مهماً في مقاومة بعض الفيروسات، كما أنها أظهرت فعالية في مقاومة بعض أنواع السرطان في حيوانات التجارب، لأنها تنبه الخلايا المناعية ضد الخلايا السرطانية.

يوجد أنواع عديدة من الإنترفيرونات، يرتبط كل نوع منها بنوع الحيوان المأخوذ منه، فمثلاً إنترفيرون الفأر يستجيب لخلايا الفأر ولا يستجيب لخلايا الإنسان والعكس. كما أن الأنسجة المختلفة للكائن الحي تنتج إنترفيرونات مختلفة. ولذا فإن الإنترفيرون المستخدم في البحوث التي تجرى على الإنسان مصدره الخلايا البشرية.

يوجد للإنترفيرونات مصدران شائعان:

١- من الخلايا البشرية الليفية الأولية، والتي تنمو ملتصقة بسطح مناسب، ويعد أكثر الأنواع سلامة وأماناً.

٢- من البكتيريا المحورة وراثياً، والذي يستخلص وينقى بكميات حسب الطلب. وهناك العديد من الشركات العالمية التي طورت وحسنت من عمليات تصنيع الإنترفيرون، وتُعد كوبا من بين الدول النامية التي اهتمت بإنتاج الإنترفيرون وتنبأت منذ عام ١٩٨١م بأن التقنيات الحيوية الحديثة ستكون أداة استثمارية فعَّالة من جهة، ومن جهة أخرى ستؤدي إلى التخلي عن العديد من الواردات المكلفة. وفي عام ١٩٨٢م تم افتتاح مركز البحوث الأحيائية بكوبا الخاص بتصنيع الإنترفيرونات عن طريق تقنية الاستنساخ، وأصبحت تصدر كميات كبيرة منه للخارج وبأسعار منافسة .

الهرمون المنشط للتبويض

يمثل إنتاج الهرمون المنشط للتبويض (Follicle-Stimulating Hormone-FSH) بواسطة التقنية الحيوية إضافة جديدة للنجاح الذي حققته تلك التقنية في إنتاج الأدوية والعقاقير، والذي يتعلق بنوعية خاصة من العلاجات - إنتاج الهرمون المنشط للتبويض - واستخدامه كعقار بديل عن الهرمون العادي الذي ظل يُستخدم حتى فترة قريبة وكان يستخرج بكميات قليلة و نسبة نقاوة غير عالية. أما العقار المستحدث و الذي يتم إنتاجه بالتقنية الحيوية فإن درجة نقاوته قد تصل إلى ما يقارب ١٠٠٪ ، وقد نتج عن استخدامه تأثير جيد في عمليات تنشيط التبويض مقارنة بالهرمون العادي.

هرمون النمو

يعد هرمون النمو (Growth hormon) أحد الهرمونات التي يصعب عزلها، ولكن يمكن بواسطة التقنية الحيوية الطبية - عن طريق استنساخ المورث المسؤول عن إنتاج الهرمون في البكتيريا - الحصول على كميات وفيرة جداً منه، كما في حالة الإنسولين. كما أثبتت الإحصائيات أن طفلاً واحداً من كل ٥٠٠٠ طفل يعاني من التقزم الناتج عن قصور الغدة النخامية الموجودة بالمخ لإفراز هرمون النمو. ولا شك أن توفر هذا المستحضر الصيدلاني الحيوي سيحقق نفعاً كبيراً لمثل هؤلاء الاطفال. و يقدر الإنتاج من هذا الهرمون في السوق العالمية بحوالي ١٠٠ مليون دولار سنوياً.

الإنسولين

يوجد ملايين الأفراد في العالم في حاجة ماسة لتناول الإنسولين بصورة منتظمة ليتجنبوا التأثيرات الضارة لمرض السكري، ولقد ظل العديد من مرضى السكر في العالم يعالجون بإنسولين مستخرج من بعض

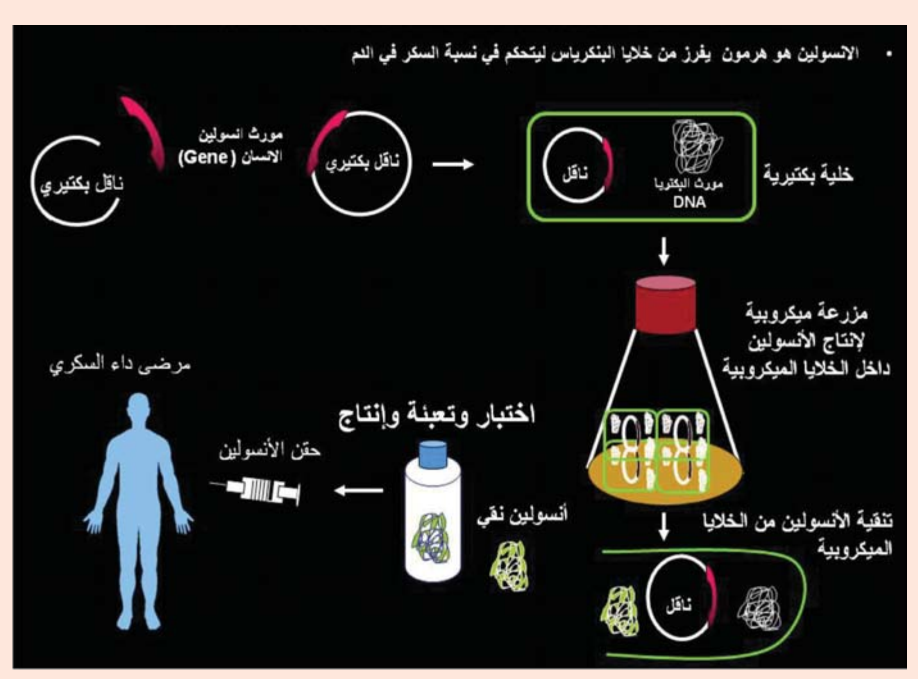
الحيوانات؛ مما أدى إلى تأثيرات جانبية بسبب وجود عدد من المركبات الضارة التي تستخلص مع الإنسولين، أو إلى طبيعة الإنسولين الحيواني بشكل عام. أما في الوقت الحاضر فيوجد في الأسواق الإنسولين البشري المنتج باستخدام بكتيريا محورة وراثياً، وهو آمن من الناحية الطبية، و لم يصحب استخدامه ظهور أية تأثيرات جانبية كالحساسية وغيرها.

العلاج الوراثي

يعني العلاج الوراثي (Gene therapy) بشكل مبسط علاج مرض محدد عن طريق نقل المادة الوراثية (جين أو أكثر) إلى خلايا الفرد المريض، وعندما تُعَبِّرُ هذه المادة المنقولة عن نفسها وتنتج البروتين أو الهرمون المطلوب تعود الوظيفة الخلوية إلى حالتها العادية. ويجب التنبيه إلى ضرورة التفريق بين العلاج الوراثي الخاص بالخلايا التناسلية (الخصية في الذكور والمبيض في الإناث)، والخاص بالخلايا الجسدية (باقي خلايا الجسم).

الجدير بالذكر أن العلاج الوراثي التناسلي لم يسمح به حتى الآن، لأنه من الممكن أن تنتقل هذه التغيرات العلاجية إلى النسل أثناء عملية التكاثر، أما العلاج الوراثي الخاص بالخلايا الجسدية، فيتم بإدخال المورثات الفعَّالة السليمة إلى خلايا الجسم التي تنقصها هذه المورثات، أو قد تحتوي عليها إلا أنها تكون في حالة تالفة أو غير فعَّالة، وفي هذه الحالة يكون تأثير العلاج قاصراً على الفرد المستقبل للمورثات السليمة فقط، وليست هناك فرصة لانتقال المادة الوراثية للنسل، وهذا بالضبط هو المطلوب. تتطلب هذه العملية مهارات تقنية عالية بالإضافة لتفاعل المريض، ويبني العلماء آمالاً كبيرة على العلاج الوراثي في تصحيح العيوب (الطفرات) الناتجة عن مورثات فردية، مثل: مرض التليف الكيسي، والنزف الدموي (الهيموفيليا)، ومرض باركنسون، والسرطان. ويعتقد الكثير من الخبراء أن هذا النوع من العلاج سوف يصبح إجراء طبياً روتينياً بمرور الوقت، ومن أبرز ما تم إنجازه حتى الآن في مجال العلاج الوراثي ما يلي:

- في أبريل ٢٠٠٨ قام باحثون من معهد طب العيون، ومستشفى مورفيليد للعيون، ومركز بحوث الطب الأحيائي في المملكة المتحدة بالإعلان عن النتائج الأولية للتجارب السريرية لاختبار العلاج الوراثي لمرض العمى الوراثي. وقد تم نشر النتائج في مجلة "نيو إنجلاند الطبية"، حيث بينت هذه الدراسة أن العلاج الوراثي آمن ويمكن أن يكون له أثر كبير على مستقبل علاج أمراض العيون.
- في يناير ٢٠٠٧ قام باحثون من جامعة تكساس بمركز "إم - دي - أندرسون" بتوصيل مورثات بشرية مثبطة للأورام إلى خلايا سرطان الرئة عن طريق الجزيئات النانونية (Lipid-based nanoparticles) و قد قللت تلك المورثات من عدد وحجم تلك الأورام في خلايا حيوانات التجارب.
- في أغسطس ٢٠٠٦ م قام باحثون في المعهد الوطني للسرطان التابع للمركز الوطني للصحة بأمريكا بهندسة بعض الخلايا المناعية لمهاجمة خلايا سرطانية متقدمة (Advanced metastatic Melanoma) في الإنسان، وهي المرة الأولى التي يستخدم فيها العلاج الوراثي بنجاح في الإنسان.
- في مارس ٢٠٠٣ قام باحثون بجامعة كاليفورنيا بمدينة لوس انجلوس بتوصيل مورثات إلى الدماغ عن طريق الجزيئات الدهنية النانونية المغطاة بمادة البولي إيثيلين جلايكول (PEG)، و يعد الوصول إلى خلايا الدماغ وعبور الحاجز المخي الدموي نجاحاً باهراً، حيث أن النواقل الفيروسية (الفيروسات الحاملة للمورثات المراد إدخالها في الجسم) التي تستخدم في العلاج وراثي غير قادرة على عبور هذا الحاجز المخي.
- في أكتوبر ٢٠٠٢م قام فريق بحثي بجامعة "نورث كالورانيا الشمالية" بتطوير تقنية علاج وراثي لإصلاح أخطاء في ترجمة الرنا الرسول من مورثات معيبة (mRNA repairs) متعلقة بمرض أنيميا البحر المتوسط.



■ شكل (٢) استخدام التقنية الحيوية لإنتاج الانسولين البشري باستخدام البكتيريا.

المراجع

- الوراثة والإنسان: أساسيات الوراثة البشرية والطبية. د.محمد علي الربيعي(١٩٨٦).
- الهندسة الوراثية: عبدالحسين الفيصل (١٩٩٩).
- أسرار التكنولجيا الحيويه: د.محمد عبد المرضي (٢٠٠٢)
- Medical Biotechnology: Achievements, Prospects and Perceptions by Albert Sasson, 2006.
- Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology, by Alexander N. Glazer and Hiroshi Nikaido, 2007.
- Basic Biotechnology, by Colin Ratledge and Bjorn Kristiansen, 2006.
- Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA, by Bernard R. Glick and Jack J. Pasternak, 2003.

التقنية الحيوية الصيدلانية

د. محمـــد الجـــوهي



تلعب التقنية الحيوية – بجانب أهميتها في عدة مجالات منها: المجالات الزراعية، والصناعية، وتحسين جودة الغذاء، والطاقة الشمسية- دوراً مهماً في المجال الصحي فيما يعرف بالتقنية الحيوية الصيدلانية، ولعل دورها في إنتاج المركبات الحيوية (البروتينات) لا يخفى على أحد، فقد شهدت السنوات الأخيرة إنتاج العديد من المركبات الصيدلانية الحيوية، والتي ساهمت بشكل ملحوظ في علاج عدد من الأمراض الوراثية والأمراض المعدية التي كانت في السابق من الأمراض المستعصية. كذلك ساهمت التقنية الحيوية في إنتاج تلك المواد بكميات كبيرة وفي وقت قصير نسبياً.

يمكن تعريف التقنية الحيوية الصيدلانية بأنها تقنية استخدام النظام الحيوي لخلية، أو عضو، أو كائن حي لإنتاج عنصر حيوي، أو مركبات كيميائية، أو تغيير تركيبة المركب أو العنصر الحيوي إلى مركب آخر يمكن الاستفادة منه في أغراض عدة. تستخدم هذه التقنية لاستنساخ الصفات الوراثية لمورث (Gene) واحد لإنتاج بروتين لغرض العلاج.

تعد التقنية الحيوية في مجال الصيدلة من المجالات المتزايدة الاتساع عالمياً، حيث زاد عدد الشركات في هذا المجال عن عشرة آلاف شركة، بينما بلغ حجم مبيعات تلك الشركات إلى ٢٠٠ مليار دولار سنوياً.

تصنيف صناعة الأدوية

يمكن تصنيف صناعة الأدوية إلى ما يلي:

١- مركبات عضوية أو لا عضوية صغيرة الوزن الجزيئي، وهذه المركبات يمكن تصنيعها كيميائياً.

٢- مركبات يمكن تصنيعها جزئياً، مثل: المضادات الحيوية.

٣- مركبات مستخلصة من الطبيعة، مثل: النباتات (النباتات الطبية والعطرية) والحيوانات، وهذه المجموعة تعد صغيرة مقارنة بالمجموعات الأخرى.

٤- مركبات حيوية (بروتينات) يتم تصنيعها بواسطة التقنية الحيوية، وهي ما يعرف بالأدوية الصيدلانية الحيوية. وهناك أمثلة كثيرة عن البروتينات المصنعة بالتقنية الحيوية ، فعلى سبيل المثال يعد الأنسولين أول البروتينات المصنعة باستخدام هذه التقنية، وهناك أمثلة أخرى مثل: هرمون النمو، والبروتينات المساعدة على تخثر الدم، كما أن الحاجة لا تزال كبيرة لهذه التقنية لإنتاج وتطوير أدوية فعالة لأمراض مثل: الإيدز، و الزهايمر، والتهاب المفاصل وغيرها من الأمراض المزمنة.

إنتاج الأدوية بالتقنية الحيوية

توجد هناك مصادر عدة لإنتاج الأدوية بواسطة التقنية الحيوية، والتي تستخدم لعلاج الكثير من الأمراض، منها:-

- البكتيريا

كانت المركبات الحيوية المصنعة من البكتيريا -ولا تزال- من أهم المصادر المستخدمة في تصنيع البروتينات للاستخدامات الطبية، ومن أشهر تلك البروتينات الانسولين الذي تم اكتشافه عام ١٩٢١م ، كذلك استخدمت البكتيريا في إنتاج العديد من المركبات الطبية، مثل: فيتامين ب (B)، وفيتامين ك (K)، ومادة الانترفيرون، وحمض اللاكتيك، و الإنزيمات الهاضمة للسليلوز والبروتين.

شهدت فترة السبعينات من القرن الماضي

بداية الاهتمام بالتقنية الحيوية في مجال الصيدلة، وقد كان لدخول تقنية الهندسة الوراثية – من أهم التقنيات الحيوية – أثرٌ كبير في هذا المجال، حيث كانت المركبات الحيوية المصنعة في البكتيريا – ولا تزال – من أهم التقنيات المستخدمة في تصنيع البروتينات للاستخدامات الصيدلانية، إذ أصبحت –في بداية عام ١٩٨٠م– البروتينات المصنعة من البكتيريا، مثل: الأنسولين، وهرمون النمو هي الحل المناسب في ذلك الوقت، خصوصاً أن البروتين المستخلص من الحيوانات، مثل: الخنازير والأبقار بدأت تؤثر سلباً على المرض والجهاز المناعي للمريض، لأنه يصنع أجساماً مضادة للبروتينات المأخوذة من الحيوانات ويتعامل مع هذه البروتينات على أنها أجسام غريبة، ولهذا كان الحل الأنسب هو استخدام البكتيريا المحورة وراثياً بحيث تقوم بإنتاج البروتين المراد وبكمية أكثر وتكلفة أقل من تلك المستخلصة من الحيوان. غير أن استخدام البكتيريا في إنتاج البروتينات يعد محدوداً؛ لأن البكتيريا لا تقدر على إنتاج البروتينات المكونة من وحدات عديدة، ولا تقدر على تجميعها وتكوين الروابط المطلوبة بين هذه الوحدات مثل التنظيم الموجود في الخلايا الحيوانية المنتجة للبروتين.

تقوم الخلايا الحيوانية بإنتاج البروتين بترتيب محدد للمحافظة على التجانس بين الوحدات، لكي تنتج بروتيناً نشطاً قادراً على القيام بمهامه في الجسم. فضلاً عن ذلك فإن الخلايا البكتيرية لا يمكنها إضافة جزيئات سكرية أو إضافة مجموعات نشطة تساعد البروتين على القيام بمهامه مثل التي يتم إضافتها في الخلايا الحيوانية، ومع ذلك مازالت الشركات المصنعة تستخدم البكتيريا في تصنيع بعض المنتجات؛ لأنها مهمة في هذا المجال، ولأنه ليس كل البروتينات تحتاج إلى إضافة مجموعات نشطة إليها، إضافة لسهولة التعامل مع البكتيريا وقلة تكلفة التصنيع باستخدامها، ولذلك تعد الحل المناسب مع المركبات الصغيرة والمركبات التي لا تحتاج إلى إضافات بعد التصنيع.

- **الفطريات**

أصبح بالإمكان إنتاج المركبات الحيوية من الفطريات، ولكن حتى وقتنا الحالي لم تستخدم بشكل موسع لهذا الغرض، وقد بدأت بعض الشركات الأمريكية في إنتاج هذه المركبات من الفطريات، ولكن إلى الآن لم يتم تسجيل أي منها كدواء في هيئة الغذاء والدواء الأمريكية. غير أن هذا لا يعني أن الفطريات غير مفيدة في إنتاج الأدوية، بل على العكس من ذلك فإن الفطريات تنتج مركبات كيميائية، مثل: المضاد الحيوي (البنسلين)، المستخدم بشكل واسع في معالجة الأمراض المعدية.

- **الطحالب**

تتميز الطحالب بمميزات مختلفة عن البكتيريا، لأنها تعد من الكائنات المتعددة، وبالتالي فإن كمية المركبات الحيوية المنتجة منها سوف تكون أكثر من تلك المنتجة من الخلية البكتيرية، إلا أنه يعاب على الطحالب أنها غير قادرة على إنتاج البروتينات المكونة من وحدات عدة، وغير قادرة على إنتاج بروتين مشابه للبروتين المنتج في الإنسان لوجود اختلاف في شكل البروتين ثلاثي الأبعاد، و لذا فإن الطحالب مثلها مثل البكتيريا تفتقد الإنزيمات اللازمة لإضافة السكر والروابط بين وحدات البروتين في المكان المحدد، مثل المنتج من قبل خلايا الإنسان، ويسعى العلماء إلى تحوير الطحالب بإضافة هذه الإنزيمات، بحيث يكون بإمكان الطحالب المحورة وراثياً إنتاج البروتين، مع إضافة وحدات السكر على البروتين، وفي المكان المناسب.

تنتج الطحالب اليود الذي يستخدم في علاج الغدة الدرقية، و البروم الذي له استخدامات طبية كثيرة، كما يستخرج منها مركبات حيوية لعلاج الأمراض الجلدية والمعدية التي تفشل العقاقير الأخرى في علاجها، وكذلك تم إنتاج عقار جديد من الطحالب لعلاج مرضى التهاب الكبدي الفيروسي (ج) (Hepatitis c)، وأخيراً أمكن التوصل إلى عقار يعالج بعض أنواع مرض السرطان.

- **خلايا الإنسان**

كانت الخلايا المستخلصة من الإنسان هي المصدر الوحيد الذي يمكن بواسطته إنتاج بروتينات مطابقة لتلك البروتينات الموجودة بداخل جسم الإنسان السليم، ويوجد أنواع من الخلايا يتم دراستها لأغراض علمية، وقد تم التعرف على طبيعة هذه الخلايا واستقرارها عند الزراعة في المختبرات وقدرة إنتاجها للبروتينات المطلوبة. من مميزات استخدام هذه



■ أقراص المضاد الحيوي البنسيلين.

■ صورة مجهرية لفطر البنيسيليوم مصدر المضاد الحيوي البنسيلين.

الخلايا قدرتها على إنتاج البروتين في صورته الطبيعية والقادر على أداء مهامه، ولكن من سلبيات هذه التقنية هي زيادة تكلفة الإنتاج وقلة الكمية المنتجة من الخلايا.

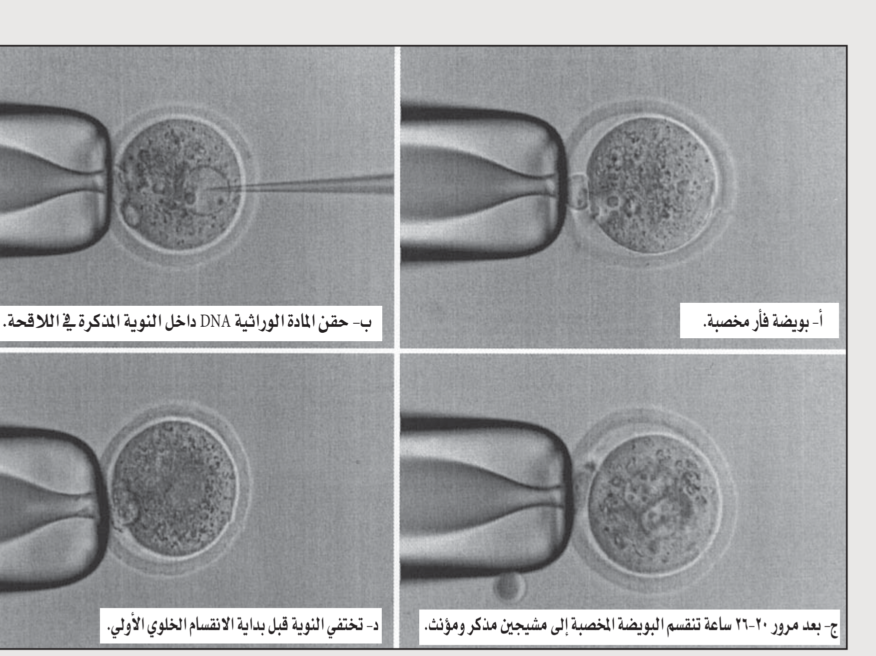
● النباتات

تمتاز تقنية استخدام النباتات لإنتاج المواد الصيدلانية الحيوية بأنها غير مكلفة مالياً، فضلاً عن غزارة إنتاجها و جودته مقارنة بالطرق الأخرى، وقد استخدمت التقنية الحيوية في النباتات لتحسين نوعية المحصول الزراعي، ولزيادة كميته، ولإكسابه جودة غذائية عالية، ولم يقتصر الأمر على هذا فقط، بل استخدمت النباتات المحورة وراثياً في إنتاج المركبات الحيوية لغرض العلاج من الأمراض، وكان أول مركب حيوي أُنتج من النباتات لهذا الغرض هو هرمون النمو (Growth Hormone)، فقد أنتج هذا الهرمون في عام ١٩٨٦م باستخدام نبات التبغ، عن طريق تحوير البروتين الموجود في نبات التبغ وراثياً لإنتاج البروتين المطلوب (بروتين النمو).

قام العلماء بعد ذلك وتحديداً في عام ١٩٨٩م باستخدام هذه التقنية بشكل موسع في إنتاج الأجسام المضادة (Antibody)، مما ساعد على إمكانية إنتاج بروتينات مكونة من عدة وحدات سكرية متصلة، كما تمكن العلماء في عام ١٩٩٢م من إنتاج لقاحات للتطعيم ضد بعض الأمراض، مثل: مرض الفيروس الكبدي.

● الحيوان

يتميز استخدام الحيوانات في إنتاج المركبات الحيوية بعدة مميزات منها: أن المنتج يكون ذو كمية كبيرة، وذو جودة عالية، ومطابق للمركب الأساسي المصنع بواسطة خلايا الإنسان، ولكن من أبرز سلبياتها صعوبة فصل البروتين المراد تصنيعه عن البروتينات الأخرى،




■ خطوات استخدام تقنية الحقن الدقيق للصفات الوراثية في بويضة فأر.

وصعوبة التأكد من خلوه من الأمراض التي يمكن أن تنتقل من الحيوانات المنتجة إلى الإنسان، وكذلك صعوبة المحافظة على الحيوانات في جو معقم خالي من الأمراض، حتى لا يفقد الحيوان المستخدم في إنتاج البروتين، مما يسبب زيادة تكاليف الإنتاج.

يتم إنتاج الحيوانات المحورة وراثياً بهدف إنتاج بروتينات لعلاج الأمراض بعدة طرق منها:

١- استخدام الحقن الدقيق للصفات الوراثية في البويضة (DNA Microinjection)، وتعتبر هذه الطريقة شائعة ومستخدمة في الاستنساخ.

٢- استخدام الفيروسات في نقل الصفات الوراثية المطلوبة للبروتين المراد تصنيعه إلى الخلايا أو الحيوانات المنوية قبل تكوين الخلية المخصبة لإنتاج الحيوان المحور وراثياً.

٣- استخدام الخلايا الجذعية لنقل الصفات الوراثية للبروتين المراد تصنيعه إلى هذه الخلايا.

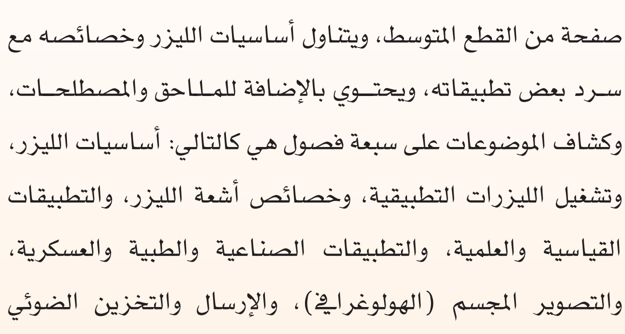
توجد عدة طرق لإنتاج البروتينات من الحيوانات المحورة وراثياً، من أكثرها شيوعاً إنتاج البروتينات من البروتينات المكونة للحليب، حيث ينتج البروتين المراد تصنيعه مع بروتينات الحليب المنتجة من قبل الحيوان المحور وراثياً ويكون مرتبطاً به، يتم بعد ذلك فصل البروتين المطلوب وتنقيته من بروتينات الحليب بطرق تحليلية مطولة، كذلك يمكن إنتاج البروتينات من دم الحيوان المحور وراثياً، أو من بوله، أو من البروتينات المكونة للبيض، أو من أي سائل داخل جسم الحيوان، وقد استخدمت دودة القز في إنتاج البروتينات مع الحرير المنتج من هذه الديدان ليتم بعد ذلك فصله والاستفادة منه.

تعتمد كمية البروتين المصنع على نوعية الحيوان المستخدم، مثل: البقر، والماعز، والأرانب. فكل حيوان تختلف الكمية المنتجة منه عن الآخر، وذلك حسب حجم الحيوان نفسه، فعلى سبيل المثال: إذا تم إنتاج البروتين مع الحليب، فإن كمية الحليب المنتج من الأبقار أكثر منه في الماعز، فيكون إنتاج البروتين من الأبقار أكثر من غيرها.



أساسيات وتطبيقات الليزر

صدرت الطبعة الثانية من هذا الكتاب عام ١٤٢٨هـ/٢٠٠٧م من النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود، وهو من تأليف ج. **ويلسون و ج.ف.ب. هوكس** وقام بترجمته للغة العربية كل من الدكتور **محمد بن صالح الصالحي** والدكتور **عبدالله بن صالح الضويان**.



تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٩٧ صفحة من القطع المتوسط، ويتناول أساسيات الليزر وخصائصه مع سرد بعض تطبيقاته، ويحتوي بالإضافة للملاحق والمصطلحات، وكشاف الموضوعات على سبعة فصول هي كالتالي: أساسيات الليزر، وتشغيل الليزرات التطبيقية، وخصائص أشعة الليزر، والتطبيقات القياسية والعلمية، والتطبيقات الصناعية والطبية والعسكرية، والتصوير المجسم (الهولوغرافي)، والإرسال والتخزين الضوئي للمعلومات.

الأمراض المشتركة بين الإنسان والحيوان

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤٢٩هـ/٢٠٠٨م من النشر العلمي والترجمة بجامعة القصيم، وهو من تأليف **مارتن شكسبير**، وقام بترجمته للغة العربية كل من الدكتور **مساعد بن أحمد الضبيب**، والدكتور **عبدالله بن ناصر الخلف**، والدكتور **عبدالماجد عبدالونيس دراز**.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٠٥ صفحة من القطع المتوسط، ويحتوي - بالإضافة للمراجع والملاحق والمصطلحات و كشاف الموضوعات والمقدمة - على ثمانية فصول هي: الأمراض المشتركة للحيوانات الأليفة، والأمراض المشتركة للحيوانات الزراعية، والأمراض المشتركة المنقولة بالغذاء، ومرض كروتزفيلدات/ جاكوب المتحور، الاعتلال الإسفنجي في الأبقار وأمراض البريون الأخرى، وصندوق باندورا، والأمراض المشتركة الطارئة، واستنتاجات للرعاية الصحية.



الحساسية ومسبباتها
من حبوب لقاح نباتات المملكة العربية السعودية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب باللغتين العربية والانجليزية عام ١٤٣٠هـ/٢٠٠٩م عن مركز التميز لأبحاث التنوع الإحيائي بجامعة الملك سعود، وقام بتأليفه كل من الدكتور **حرب عطا الهرفي**، والدكتور **أحمد بن حمد الفرحان**، والدكتور **خالد بن عبدالله الرشيد**، والدكتور **جاكوب توماس بانداليل**.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٥٦ صفحة من القطع المتوسط باللغة العربية و٥٧ صفحة باللغة الانجليزية، ويحتوي الكتاب على المواضيع التالية: المقدمة، ومنطقة الدراسة، وجمع المعلومات، وتوزيع الأنواع النباتية ذات العلاقة بحبوب لقاح الحساسية، وحبوب اللقاح، والدراسات التشخيصية والإكلينيكية، وطرق العمل والتحليل الإحصائي، والنتائج، والتعليق، وأمراض الحساسية الشائعة في المنطقة، وحساسية الأنف، والربو الشعبي، و الإكزيما (النمنة الجلدية)، وكيف تحدث الحساسية، والتوصيات وطرق علاج أمراض الحساسية، وتوصيات هامة لمساعدة مرضى الحساسية، والملخص، والمراجع.

عرض كتاب

طعامنا المهندس وراثيا

(كيف تصل الأغذية المحورة وراثيا إلى موائدنا)

صدر هذا الكتاب باللغة الانجليزية عن دار (Zed Books Ltd, London) الانجليزية عام ١٩٩٨م في طبعته الاولى، وعام ٢٠٠٣م في طبعته الثانية، وهو من تأليف ستيفن نوتنجهام (Stephen Nottingham).

عرض: أ.د. ماهر محمد شحاتة

تمت ترجمة الطبعة الأولى من هذا الكتاب بواسطة د/ **أحمد مستجير** عام ٢٠٠٢م، و صدرت عن دار (نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع) في ٣١٢ صفحة من القطع المتوسط. يضم الكتاب بين دفتيه خمسة عشر فصلاً بالاضافة إلى المقدمة، والفهرس، والمعاجم (انجليزي- عربي، عربي- انجليزي). استعرض المؤلف في **الفصل الأول** تاريخ التحسين الوراثي في النباتات الزراعية، وحيوانات المزرعة، وتطرق إلى الانتخاب الاصطناعي ودوره في التحسين الوراثي، مشيرً إلى قوانين الوراثة التي وضعها «**جريجور مندل**». وعرض بإيجاز الثورة الخضراء التي نتجت من تطبيق قوانين مندل في برامج تربية النبات والتي تسببت مع الأسمدة في إنتاج سلالات من البذور الهجينة عالية الجودة و الإنتاجية في الفترة ما بين ١٩٥٠م إلى ١٩٨٤م. وبعد ذلك أوضح أوجه الاختلاف بين تقنيات الهندسة الوراثية و تقنيات التربية السابقة، وناقش التقنيات الحديثة في سياق تاريخ التحسينات الوراثية الزراعية، والمدى الذي وصل إليه الطرح التجريبي للمحاصيل عبر الجينية (عبر الوراثية) أو (المحورة وراثياً) وما يعنيه من استثمارات ضخمة في البحوث والتطوير بهذا المجال، مع الإشارة إلى أن عام ١٩٨٣م شهد إنتاج أول نبات محور وراثياً وهو نبات الطباق، وأن عدد النباتات التي حورت وراثياً وصل عام ١٩٩٥م إلى ما يزيد على ستين نباتاً، كما وصل عدد الاختبارات الحقلية إلى ما يزيد على ثلاثة آلاف اختبار، وأن الولايات المتحدة الأمريكية حظيت بأكبر عدد من التجارب الحقلية، تليها فرنسا وكندا. بالإضافة لذلك استعرض المؤلف ما حدث من تطورات في إنتاج الأغذية من الكائنات الدقيقة والأسماك والحيوانات والتي تم تحويرها وراثياً، وأشار إلى أنه في عام ١٩٩٦م ولد بالمملكة المتحدة وحدها ما يزيد على ستين ألف حيوان محور وراثياً، وأنتجت هذه الحيوانات أساساً من أجل استخدامها كنماذج في دراسة أثر العقاقير في الكثير من البحوث الطبية الحيوية، وتحوير أبقار وماعز وأغنام لتنتج بروتينات بشرية في ألبانها.

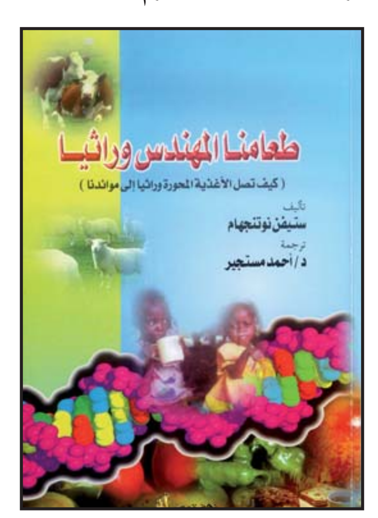
تطرق المؤلف في **الفصل الثاني** إلى سرد المصطلحات العلمية والتقنية العسيرة والأفكار، كما تناول باختصار العلم الذي ترتكز عليه التطورات الحديثة، والتقنيات التي يستعملها المهندسون الوراثيون، كما قام المؤلف بتعريف الهندسة الوراثية بأنها إدخال أو دمج خصائص معينة في كائن حي، أو تعزيزها، أو اقتضابها، وذلك يتم بدمج أو خلط المورثات (Manipulation)، ومن ثم فسر معنى الدنا، والمورثات وكيفية عملها والطرق المتاحة لنقلها إلى المحاصيل النباتية، وأشار لعملية تمثيل أو إنتاج البروتين من عملية التعبير الوراثي. وعرض أدوات المهندس الوراثي وهي إنزيمات القصر (تقطع أجزاء أو مورثات محددة من الدنا)، وإنزيمات الربط التي تربط أجزاء الدنا من مصدرين مختلفين. وتناول بعد ذلك طرق نقل المورثات إلى نباتات المحاصيل وهو ما يعرف بالتحوير الوراثي لإنتاج نباتات محورة وراثياً، والناقلات الفيروسية ودورها في تنظيم عمل المورثات، والناقلات البكتيرية ومنها بكتيريا الأجروبكتيريوم (Agrobacterium Tumefaciens) كناقل أو وسيط لإدخال المورثات الجديدة داخل جينوم النبات، وقاذفات أو ماكينات زرع المورثات (Gen gun) داخل النبات دون الحاجة للبكتيريا حيث يتم ذلك بالطرق الفيزيائية والتي طورت في أواخر ثمانينات القرن العشرين. وتطرق بعد ذلك لتقنية زراعة الأنسجة (Tissue culture) لتنمية الخلايا النباتية على بيئات اصطناعية لإنتاج نباتات كاملة من الخلايا المحورة، ودور المورثات الواسمة (Marker genes) في التعرف على دخول المورث الجديد داخل النبات. وفي نهاية هذا الفصل عرض نبذة عن المكتبات الوراثية التي تنتج بتكسير الجينوم الكامل للنبات إلى شظايا بواسطة إنزيمات القصر وتجميع تلك الشظايا بتحميلها على نواقل بكتيرية أو فيروسية.

يناقش **الفصل الثالث** المعالجة الوراثية (Genetic Manipulation) ودورها في رفع إنتاج اللبن البقري ونوعيته، وزراعة البروتينات الصيدلانية، والتطرق أيضاً لهرمون السوماتوتروبين البقري (Bovine Somatotropin) - هرمون ضروري للنمو وتنامي العضلات وإنتاج اللبن- المطعم بغرض زيادة إنتاج اللبن، وبين أن شركة مونسانتو وحدها استثمرت مايزيد على مليون دولار في إنتاجه تجارياً، ثم طورته شركات عديدة ونجحت في زيادة إنتاج اللبن من البقر من نحو ألف لتر عام ١٩٠٠م إلى أربعة آلاف لتر عام ١٩٩٠م، لتصل أبقار اللبن إلى قرب حدودها الأيضية. ويشير المؤلف إلى أن رفع الإنتاج يثير القلق على سلامة الحيوان، وأوضح أنه من المرجح أن يؤدي استخدام هذا الهرمون لفترة طويلة إلى زيادة الأمراض المرتبطة بالإنتاج العالي، ومنها مرض التهاب الضرع بجانب اضطرابات أخرى في الأيض والخصوبة، مشيراً في ذلك إلى أن مصلحة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) أوضحت في عام ١٩٨٦م أن لبن الأبقار المعاملة بالهرمون المطعم وراثياً لبن مأمون للشرب وذلك اعتماداً على بيانات جمعتها من أربع شركات، ولكن في منتصف التسعينات اعترفت مصلحة الغذاء والدواء بأنه قد يسبب مشاكل لم تكن متوقعة. استعرض هذا الفصل أيضاً تطور زراعة الحيوانات لإنتاج بروتينات صيدلانية لها أهمية علاجية، حيث حورت أبقار وأغنام وماعز (بالحقن الدقيق لمورثات غريبة في البويضة المخصبة مباشرة باستخدام آلة تشبه ماصة دقيقة للغاية) لتصبح مصانع عقاقير حية ذات كفاءة

تنتج العقاقير في ألبانها في صناعة جديدة أطلق عليها الزراعة الصيدلانية (Pharming). مشيراً إلى أن وزارة الزراعة الأمريكية أن تكاليف إنتاج حيوان رائد واحد من الخنازير والأغنام والأبقار تبلغ على التوالي ٢٥٠٠٠ ، ٦٠٠٠٠، ٥٠٠٠٠٠ دولار. وتحدث عن أول عنزة محورة وراثياً في المعمل تسمى «جريس» أنتجت في عامها الأول نحو كيلو جرام من عقار علاجي، وتبع ذلك إنتاج بقرة محورة وراثياً اسمها «روزي» في معهد روزالين باسكتلندا اكتشف في لبنها بروتين (á-lactalbumin) الموجود في لبن النساء. وفي النهاية يشير المؤلف إلى الاستنساخ الجنيني للحيوانات وأن أول حيوان مستنسخ على مستوى الجنين هي النعجة دوللي (Dolly) والتي أعلن عن استنساخها في فبراير ١٩٩٧م بمعهد روزالين باسكتلندا، وأثر ذلك في دراسة الوراثة والنمو في الحيوان، وما تبعها من حيوانات أخرى. وفي نهاية الفصل تم التطرق إلى صراع الشركات والضمانات المالية الضخمة في سوق البروتينات العلاجية (قدرت عام ١٩٩٧م بنحو ٧،٦ بليون دولار، وارتفعت إلى ١٨،٥ بليون دولار عام ٢٠٠٠م)، كما تحدث عن آراء الإعلام وبعض العلماء في قضية استنساخ الحيوانات، وكيف تحول موضوع استنساخ دوللي إلى محل خلاف وجدل شديدين.

ناقش المؤلف **الفصل الرابع** فوائد مقاومة الأعشاب، وكيفية إنتاج نباتات مهندسة وراثياً مقاومة لمبيدات الأعشاب والتي تعد أهم الصفات المرغوبة هندستها وراثياً في النباتات، وقد أشار المؤلف إلى أهم المحاصيل المقاومة التي أنتجتها بعض الشركات مثل شركة «مونسانتو». وإلى تحلل معظم مجاميع مبيدات الأعشاب طبيعياً في الحقل بفعل بكتيريا التربة، واستغلال العلماء ذلك بنزع المورثات المشفرة لإنزيمات نزع السمية من بكتيريا التربة ونقلها للمحاصيل. وكشف أن المبيد العشبي «جليفوسيت» له مجال انتقائي يؤثر بعد الإنبات، وعليه يمكن استخدامه في مقاومة معظم الأنواع الرئيسية من الأعشاب والحشائش في حقول المحاصيل، وأن أول نبات أنتج لتحمل هذا المبيد كان نبات الطباق. تبع ذلك نقل مورثات من نبات البرسيم الحجازي وبعض بكتيريا التربة لإنتاج محاصيل مقاومة للمبيد العشبي «باستا» ومنها الذرة التي أنتجتها شركة «سيبا جايجي»، وفول الصويا وبنجر السكر المقاوم لمبيد «راوند أب» (Roundup) الذي أنتجته شركة «مونسانتو». ويتطرق في نهاية الفصل للاعتبارات البيئية، مشيراً إلى أنه قد أمكن بالتربية التقليدية إنتاج محاصيل مقاومة لمبيدات الحشائش، وأن الهدف من إنتاج نباتات محورة مقاومة لمبيدات الأعشاب من وجهة النظر التجارية دائماً هو بيع مبيدات أكثر، وأن زيادة مستوى الرش بمبيدات الأعشاب يتسبب في انتخاب الحشائش المقاومة للمبيد والتسبب في مشاكل زراعية، فضلاً عن الآثار البيئية السيئة للمبيدات على المواطن الطبيعية القريبة من حقول الزراعة.

استعرض **الفصل الخامس** المحاصيل المقاومة للحشرات والمورثات البكتيرية التي أدخلت في تركيبها الوراثي لإعطائها صفة المقاومة وبالتالي تقليل استخدام المبيدات الحشرية. مع الإشارة لبكتيريا البي تي (Bacillus Thuringiensis Bt) وهي واحدة من أنواع بكتيريا التربة والتي تُكدس – أثناء التبويغ وتكوين الجراثيم – مستويات عالية من بروتينات تسمم الحشرات حيث تتحلل في أمعائها عالية القلوية لتطلق السموم، وتصل البروتينات بالأبواغ إلى حوالي ٢٠٪ من وزنها. تحدث المؤلف أيضاً عن استغلال نقل تلك المورثات من البكتيريا لإنتاج نباتات محورة تقاوم الحشرات منها الطباق، والطماطم، والبطاطس، والذرة، والقطن. وأشار إلى القلق البالغ من انتشار المحاصيل المحورة وراثياً التي تحمل سموم الحشرات، وذلك لأن الحشرات قد تطور مقاومتها لهذه السموم.



تناول المؤلف في **الفصل السادس** الأغذية المفصلة والنباتات المهندسة وراثياً، حيث استعرض سلسلة من المحاصيل التي حورت وراثياً لتسهيل عمليات التصنيع. وبخصوص التحويرات في تصنيع الأغذية وفي مذاقها، استعرض إنتاج طماطم فليفر سيفر (Flavr Saver) على أنها أول ما سوِّق عام ١٩٩٤م من الخضروات المهندسة وراثياً بواسطة شركة «كالجن» (Calgene) الأمريكية، وأنها حورت من أجل تأخير النضج بتغييرات كيموحيوية تجعلها تبقى معروضة زمناً أطول على الرف، مشيراً إلى أن ما يفسد من الفواكه والخضروات التي تزرع تجارياً قد يصل إلى النصف، ولتقليل هذا الفاقد بدأت فرق بحثية العمل على إنتاج سلسلة من الفواكه والخضروات كالطماطم بطيئة النضج، ولكن تتميز بفترة تخزين أطول. كما استعرض المؤلف في هذا الفصل تحوير بذور إنتاج الزيت لبعض النباتات مثل الكانولا وشلجم الزيت لأغراض صحية بتغيير التوازن بين أنواع الدهون. بعد ذلك لخص المؤلف عملية تحوير نباتات مثل فول الصويا والتي تحتوي على أحماض أمينية وبروتينات تماثل البروتينات الحيوانية. وعرج إلى استعراض إنتاج محاصيل تقاوم الآفات الفطرية (نباتات الطماطم والبطاطس)، والفيروسية (نباتات الطباق والطماطم)، والديدان (نباتات الطماطم والبطاطس وبنجر السكر)، والصقيع (نباتات الطماطم والفراولة). وتطرق أيضاً إلى التطورات المستقبلية المحتملة في المحاصيل المحورة وراثياً، بما في ذلك إنتاج سلالات تتحمل الجفاف (نباتات الطباق والقمح)، أو تتحمل الملوحة (نباتات الأرز والشعير والطماطم والبطيخ) أو تثبت الآزوت الجوي (محاصيل الحبوب). وفي نهاية هذا الفصل استعرض المؤلف استخدام النباتات لإنتاج العقاقير (نباتات الموز واللوبيا)، والمواد الخام للصناعة (نباتات القطن).

ناقش المؤلف في **الفصل السابع** المخاطر البيئية التي قد يسببها طرح الكائنات الدقيقة والمحاصيل المحورة وراثياً في البيئة، مبيناً أن الكائنات الدقيقة المحورة بمورثات تميل إلى مقاومة التحلل – عن قصد أو بدون قصد – وقد تشكل مخاطر بيئية أكبر لأنها تبقى في البيئة فترة أطول. واستعرض الفصل

أيضاً النباتات المحورة المقاومة للفيروسات وإمكانية التقاط الفيروسات لبعض المورثات مما يؤدي لتفاقم الأعراض التي يعاني منها النبات بدلاً من تقليلها. ويشير المؤلف إلى إمكانية أن تصبح المحاصيل المحورة وراثياً حشائش عدوانية، وكذلك إمكانية أن تظهر حشائش مقاومة للمبيدات والحشرات نتيجة للتداخل والتبادل غير المخطط له بين هذه المحاصيل وبين بعض أنواع الحشائش ذات القرابة، وإلى إمكانية أن يتسبب هذا في تهديد المواطن الزراعية أو الطبيعية.

استعرض **الفصل الثامن** المخاطر المحتملة على صحة الإنسان والحيوان من المحاصيل المحورة وراثياً. وركز على الحساسية - هناك نسبة تتراوح ما بين ١ إلى ٢٪ من سكان دول الغرب لديها استجابات حساسية ضد أنواع معينة من الأغذية، منها اللبن، والبيض، والفول السوداني، والأسماك، وفول الصويا، والحبوب، والفراولة، والمشمش، والجزر، والكرفس- التي قد تسببها الأغذية المحورة وراثياً، كما ركّز على إمكانية انتقال مقاومة المضادات الحيوية إلى الكائنات الدقيقة التي تعيش في أمعاء الحيوان والإنسان بسبب وجود مورثات واسمة - تستخدم كدليل على التأكد من دخول المورث المحور وانتقاله لجينوم النبات- في الكثير من المحاصيل المحورة وراثياً، مع الإشارة للاستخدام الروتيني للمضادات الحيوية في أعلاف حيوانات المزرعة. وأشار إلى أنه من المسلم به عموماً أن الجهاز الهضمي يعمل كحاجز طبيعي للدنا، فحموضة أمعاء الإنسان والحيوان تحلل الدنا، ولكن هناك دراسات على فئران التجارب أوضحت تحلل معظم الدنا في الأمعاء، كما أن بقاء بعض الدنا بدون تحلل في الأمعاء والدم، ربما يؤدي لتقليل فعالية مضادات حيوية معينة عندما تستخدم في علاج الإنسان والحيوان.

خصص المؤلف **الفصل التاسع** لإثارة بعض القضايا الأخلاقية الخاصة بالتحوير الوراثي للغذاء، مشيراً إلى أنه في عام ١٩٩٣م صدر أول تقرير عن «لجنة أخلاقيات التحوير الوراثي واستعمالات الغذاء»، والتي تم تشكيلها من قبل الحكومة البريطانية، وحددت اللجنة ثلاثة مجالات قد تثير قلقها : هي نقل مورثات الإنسان إلى الحيوانات التي تستخدم طعاماً للإنسان، ونقل مورثات من حيوانات تُحرّم بعض الأديان أكل لحومها إلى حيوانات لحومها محللة، ونقل مورثات حيوانية إلى محاصيل نباتية قد تصبح غير مقبولة لدى النباتيين. أما القضايا الأخلاقية الأكثر تأثيراً فكانت خارج نطاق عمل اللجنة، مثل ضرورة الرفق بالحيوان عند تحويره وراثياً.

استعرض المؤلف في **الفصل العاشر** موضوع تسجيل البراءات على النبات، الحقوق الملكية الفكرية ودمجها في اتفاقية الجات (GATT) وفي وريثتها منظمة التجارة العالمية (WTO)، مشيراً إلى أن البراءات كثيراً ماتكون عريضة التحديد لتغطي أية عملية وراثية لمحصول نباتي معين. وأن لإصدار البراءات ضمانات هامة بالنسبة لمزارعي الدول الصناعية والدول النامية. وذكر المؤلف أيضاً الانتقادات القائلة بأن الموارد الوراثية قد استغلت بشكل ظالم، وأن الاتفاقيات التجارية تتعارض مع معاهدة الأمم المتحدة الخاصة بالتنوع الحيوي.

تناول الفصل **الحادي عشر** قوانين الكائنات المحورة وراثياً وقوانين المنتجات الغذائية. مستعرضاً بإيجاز الهيكل التنظيمي للبحوث والتطوير بالولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا فيما يختص بالكائنات والأغذية المحورة وراثياً.

تطرق المؤلف في الفصل **الثاني عشر** إلى موافقات توزيع وتسويق الأغذية المحورة وراثياً بعد الحصاد في أوروبا، كما وصف الجدل السياسي الذي يجري هناك حول شحنات فول الصويا والذرة المنقولة بحراً والتي اختلط فيها المحور وراثياً بغير المحور، والتهديدات بشن حرب تجارية، مع الإشارة إلى ظهور موجة جديدة من المحاصيل المحورة وراثياً منها الكانولا المحورة لصفتي مقاومة الحشرات ومبيدات الأعشاب، والطماطم التي تتحمل النقل والتخزين لفترات طويلة. واستعرض هذا الفصل أيضاً نمو المعارضة في أوروبا ضد الأغذية المحورة وراثياً، وكيف أثر ذلك في قرارت الدول الأعضاء بتقييد تسويق وزراعة الذرة المحورة.

استعرض الفصل **الثالث عشر** ملخصاً لحجج المؤيدين والمعارضين لضرورة وسم الأغذية ببطاقات، أو علامات، أو ملصقات للتعريف بما إذا كانت محورة وراثياً، كما وصف هذا الفصل أيضاً تطور تشريعات وضع العلامات على الأغذية في أوروبا، وأثر تدخل منتجي الأغذية وبائعي التجزئة والمستهلكين والحكومات في محاولة التأثير على قرارات وضع تلك الملصقات التعريفية.

تناول المؤلف في الفصل **الرابع عشر** ما حققته المحاصيل المحورة وراثياً من وعودها الأولى، ومدى تأثيرها على العالم الثالث، مشيراً إلى تأكيد الشركات متعددة الجنسيات المروجة للمحاصيل المحورة وراثيا أهمية هذه المحاصيل في رفع الإنتاج الزراعي لمواجهة تزايد سكان العالم، وحل مشاكل الجوع، وتقليل استخدام المبيدات. ويستعرض هذا الفصل كذلك الجدل القائم من قبل النقاد بأن المحاصيل المحورة وراثياً لن تقدم إلا إسهاماً متواضعاً في حل مشاكل الجوع، والتأكيد على أن الشركات المنتجة للمحاصيل المحورة وراثياً هي نفسها المنتجة للمبيدات، مع الإشارة إلى أن المحاصيل المحورة وراثياً التي سمح بطرحها في الأسواق تتطلب مدخلات كثيرة من الأسمدة والمياه ومبيدات الآفات، كما أنها لا تتوافق مع الأفكار الحالية عن الزراعة المستدامة تطرق المؤلف في الفصل الخامس عشر والأخير إلى مستقبل الأغذية المحورة وراثياً، ومن المستفيد منها، واستعرض المخاطر المحسوسة والفوائد، ومعركة الشركات متعددة الجنسيات المنتجة لها وسعيها لكسب قلوب وعقول المستهلك، وحملات العلاقات العامة للصناعة في أوروبا للترويج للأغذية المحورة وراثياً.

يعد هذا الكتاب بنسختيه الإنجليزية والعربية مرجعاً مهماً ليس للأكاديميين المختصين العاملين في هذا المجال ولا المزارعين ولا المستهلكين فحسب، ولكن تتجاوز أهميته إلى ضرورة اقتنائه من جميع أفراد المجتمع لأخذ صورة كاملة عن المأمول والمحظور من عملية التحوير الوراثي والمنافع والمخاطر.




مصطلحات علمية

ثلاثي فوسفات الأدينوسين
Adenosine Triphosphate - ATP
مركب عضوي يُعد المنبع المباشر للطاقة اللازمة لأنشطة الخلايا.

مضاد الشفرة **Anticodon**
مجموعة من ثلاث قواعد (نيوكليوتيدات) متجاورة على جزيء الحمض النووي الريبوزي الناقل(tRNA) الذي يتزاوج مع شفرة مكملة على جزيء الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA).

المعلوماتية الحيوية **Bioinformatics**
العلم الذي يهتم بالبحث والتنقيب في البيانات الموجودة في أجزاء نظام الكائن الحي والعمليات المختلفة التي تتم فيه.

التقنية الحيوية **Biotechnology**
تقنية تتناول استخدام الكائنات الحية أو مكوناتها تحت الخلوية بغرض إنتاج أو تحوير أو تطوير منتجات ذات قيمة وفائدة للإنسان.

صبغة اليخضور **Chlorophyll**
الصبغة الخضراء المستخدمة في البناء الضوئي، وهي التي تعطي البلاستيدة التي تحملها هذا اللون.

كروماتيدات **Chromatid**
خيطان من صبغي مزدوج ملتصقان ببعضهما عن طريق الجسم المركزي (Centromere).

الاستنساخ **Cloning**
استخدام الكائنات الحية لإنتاج مجموعة لها نسخة طبق الأصل من المادة الوراثية.

كودون **Codon**
القواعد (النيوكليوتيدات) الثلاث المتجاورة في جزيء الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) أو الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) والتي تشفر لحامض أميني معين.

الحمض النووي منقوص الأكسجين
Deoxyribonucleic Acid – DNA
حمض نووي موجود في الصبغيات التي تختزن المعلومات الوراثية للكائن الحي.

ثنائي العدد الصبغي **Diploid**
الصورة الزوجية التي تكون عليها الصبغيات داخل أنوية الخلايا الجسدية.

التعبير الوراثي **Gene Expression**
عملية تحويل لغة النيوكليوتيدات المكوِّنة للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكوِّنة للبروتين، وتتم في خطوتين متتاليتين هما النسخ والترجمة.

العلاج الوراثي **Gene Therapy**
علاج مرض محدد عن طريق نقل المادة الوراثية (مورث أو أكثر) إلى خلايا الشخص المريض.

الطراز الوراثي **Genotype**
التراكيب الوراثية التي يحملها الفرد على شكل مُورِّثات سواءً كان ذلك زوج أو أكثر من المُورِّثات، وهو المسؤول عن تكوين الطراز المظهري.

منظمات النمو **Growth Regulators**
مواد لها دور أساسي في تنسيق النمو والتميز في خلايا وأنسجة النبات النسيجي، وتضم الأوكسينات، والسيتوكينينات، والجبرلينات، وحامض الأبسيسك.

التخمر **Fermentation**
التحويل الإنزيمي للمواد العضوية، وتستمد طاقتها من أكسدة المركبات العضوية كالمركبات السكرية.

أحادي العدد الصبغي **Haploid**
الصورة الفردية التي تكون عليها الصبغيات داخل أنوية الخلايا الجنسية، كما في حالة الأمشاج.

الإنترفيرونات **Interferons**
جليكوبروتينات (بروتينات مرتبطة بجزيئات سكرية) وتلعب دوراً هاماً في مقاومة بعض الفيروسيات وبعض أنواع السرطان.

المصفوفات المجهرية **Microarrays**
شرائح زجاجية أو سليكونية طُبع عليها آلاف من تتابعات السلسلة الخاصة بكل مورث، فهناك شرائح خاصة بجينوم عدد من الكائنات (الإنسان، الحيوان، النبات، والميكروبات).

نيوكليوتيدة **Nucleotide**
جزيء مكون من قاعدة نيتروجينية (إما بيورين أو بريميدين) مع سكر خماسي الكربون بالإضافة إلى ثلاث مجموعات فوسفاتية.

تفاعل البلمرة التسلسلي **PCR**
تقنية تتم بها مضاعفة المادة الوراثية، وتعتمد على تسخين وتبريد المادة الوراثية في وجود البادئات ومتطلبات التفاعل الأخرى.

الطراز المظهري **Phenotype**
صفات الكائن الحي المظهرية التي تُشاهد بالعين (مثل الطول والقصر والشكل واللون) أو الوظيفية أو التركيبية الناتجة عن تأثير المُورِّثات.

الحمض النووي الريبوزي
Ribonucleic Acid – RNA
حمض نووي يوجد في النواة وفي السيتوبلازم يلعب دور أساسي في تصنيع البروتين، وهو ثلاثة أنواع هي: الرسول (mRNA)، والناقل (tRNA)، والريبوزومي (rRNA).

السمات الوراثية على مستوى النيوكليوتيدة الواحدة
SNPs
اختلاف تتابع المادة الوراثية في نيوكليوتيدة واحدة فقط، فتكون في شخص أدينين وفي آخر جوانين وفي ثالث ثايمين وهكذا في كل موقع من هذه المواقع. يعتبر الكشف عن اختلاف تركيب المادة الوراثية بين الأشخاص – على مستوى النيوكليوتيدة الواحدة – من أحدث التطبيقات التي يتم حالياً إجراء المزيد من البحوث والدراسات لاستخدامها في المجال الجنائي بشكل روتيني.

النسخ **Transcription**
نقل المعلومات الوراثية من الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) والممثلة في صورة ترتيب معين من النيوكليوتيدات إلى تتابع مكمل من النيوكليوتيدات في الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، أو الناقل (tRNA)، أو الريبوزومي (rRNA).

الترجمة **Translation**
تحويل لغة النيوكليوتيدات على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكونة للبروتين، وتتم بواسطة الريبوزومات بمساعدة الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) والحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA).

كيف تعمل الأشياء؟

طابعة الليزر (الجزء الثاني)



د. ناصر بن عبدالله الرشيد

يسعدنا أن نواصل ما بدأناه في العدد السابق من الحديث عن كيفية عمل طابعة الليزر، حيث تم التطرق من خلاله إلى مقدمة عامة عن تاريخ نشوء طابعة الليزر، والمبدأ الذي تقوم عليه، وآلية عملها، وخصائصها، وختم هذا الجزء بحديث مفصل عن مكوناتها ، وفي هذا الجزء سنستكمل الموضوع من خلال ما يلي:

مراحل الطباعة

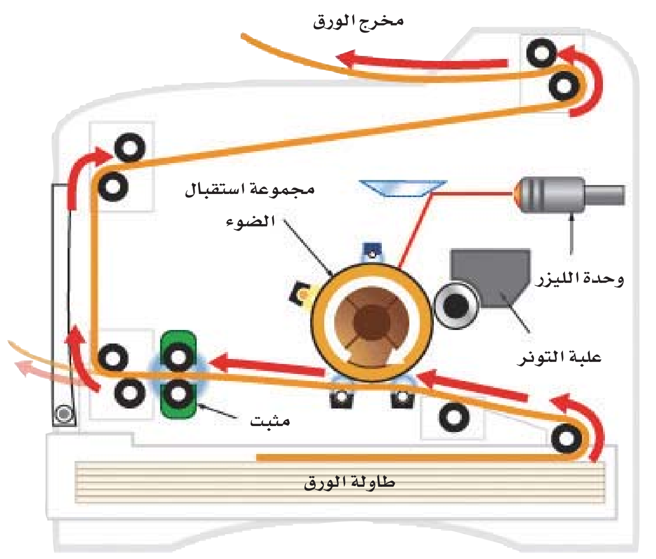
تتمثل مراحل الطباعة الليزر، شكل (١) فيما يلي:

- **الشحن الكهربي**

تعتمد فكرة عمل طابعة الليزر على شحنات الكهرباء الساكنة، مثلها مثل آلة تصوير المستندات، حيث يقوم سلك الشحن الرئيسي (Corona Wire) في الطابعات القديمة، أو بكرة الشحن الرئيسية (Primary Charge Roller) في الطابعات الحديثة بتسليط شحنة كهربائية ساكنة على السطح الحساس لأسطوانة نقل الصورة (Photoreceptor) أو الوحدة الناقلة للصورة (Photoconductor).

- **الكتابة**

تقوم وحدة الليزر – في هذه المرحلة – بتوجيه شعاع من الليزر نحو مرآة مضلعة قابلة للدوران بواسطة محرك خاص بها. تقوم هذه المرآة بإعادة توجيه شعاع الليزر نحو مجموعة من العدسات والمرايا الأخرى، والتي تقوم بدورها بإسقاط أشعة الليزر على أماكن محددة مسبقاً – من قبل معالج (Microprocissor) خاص – على سطح الاسطوانة الحساس للضوء.



شكل (١) خط سير الورقة داخل طابعة الليزر.

يسقط شعاع الليزر بزاوية تجعله يمر بطول السطح الأفقي للاسطوانة، وتستمر الاسطوانة في الدوران خلال عملية المسح هذه، وكذلك يستمر تدفق البيانات من الذاكرة التي تتحكم بمرور أو حجب شعاع الليزر، ليشكل النقاط والفجوات المكونة للصورة على سطح الاسطوانة.

الجدير بالذكر أن بعض الطابعات تستخدم صمامات إلكترونية قاذفة للضوء (Light Emitting Diodes) للمسح بعرض الاسطوانة بدلاً من وحدة الليزر، ولكن هذه الطابعات لا تسمى طابعات ليزرية.

يستخدم الليزر لتوليد شعاع دقيق – حتى مع المسافات الطويلة – يقوم بـ «تحييد» أو «عكس شحنة» الأجزاء البيضاء من الصورة المراد طباعتها تاركاً الأجزاء غير البيضاء مشحونة بشحنتها الكهربائية الساكنة السالبة على سطح الاسطوانة، وذلك لتتمكن تلك الأجزاء المشحونة من التقاط ذرات التونر فيما بعد.

- **التظهير**

يطلق على هذه العملية عملية التظهير أو التحميض (Developing) لأنها تشبه عملية تحميض الأفلام الفوتوغرافية، وفيها يتم تعريض سطح الاسطوانة – المحتوية على الصورة في شكل شحنات كهربائية ساكنة – إلى التونر، الذي تحمل جزيئاته شحنات كهربائية ساكنة مغايرة للشحنات المكونة للصورة على الاسطوانة؛ مما يجعل تلك الجزيئات تنجذب إلى سطح الاسطوانة في الأماكن المكونة للصورة المراد طباعتها، والتي قام الليزر بتحييد أو قلب شحنتها على سطح الاسطوانة، في حين أن تلك الجزيئات

سوف تتنافر ولن تلتصق بسطح الاسطوانة في الأماكن التي لم يسقط عليها شعاع الليزر، وذلك لأنها تحمل نفس شحنة الاسطوانة في تلك الأجزاء. و تشبه هذه العملية الكتابة بالغراء على علبة مشروبات غازية، ثم دحرجتها على دقيق، مما يؤدي إلى إلتصاق الدقيق بأجزاء العلبة المغطاة بالغراء فقط، وهكذا سيتم الحصول على رسالة مكتوبة بالمسحوق.

تدور الاسطوانة - بنفس نموذج المسحوق الملتصق بالعلبة - على الورقة التي تتحرك على طول السير الذي تحتها، وقبل أن تلتف الورقة تحت الاسطوانة فإنها تشحن بشحنات سالبة بواسطة سلك التوصيل (Transfer Corona Wire)، بحيث تكون شحناتها أقوى من الشحنات الكهربائية الساكنة للصورة، ولذلك تقوم الورقة بسحب مسحوق التونر من سطح الاسطوانة الحساس. ونظراً لأن الورقة تتحرك بنفس سرعة الاسطوانة فإنها تلتقط الصورة كاملة، وبنفس التفاصيل. ولمنع التصاق الورقة بالاسطوانة فإنه يتم - في الحال - تفريغ الشحنات من الاسطوانة بعد التقاط التونر بواسطة سلك الفصل (Detach Corona Wire).

تتوقف كثافة الحبر في الصورة المطبوعة على قوة الشحنة الكهربائية المعطاة لجزيئات التونر، فبمجرد قطع جزيئات التونر للمسافة الموصلة إلى سطح الاسطوانة تعمل شحنة الكهرباء الساكنة لهذه الجزيئات نفسها على صد ومقاومة باقي جزيئات التونر الأخرى - تحمل نفس شحنتها- من الانتقال إلى سطح الاسطوانة، وبالتالي لو كان فرق الجهد (Voltage) منخفض فإن طبقة خفيفة من التونر ستكون كافية لمنع مزيد من التونر من الانتقال إلى سطح الاسطوانة؛ وبالتالي ستخرج الصورة باهتة إلى حد ما. وبالعكس إذا كان فرق الجهد مرتفعاً، فإن طبقة رقيقة منه على سطح الاسطوانة لن تكون كافية لمنع المزيد من الوصول إلى سطح الاسطوانة، وبذلك سيستمر تدفق التونر حتى تتكون طبقة سميكة منه على الاسطوانة تكون كافية لمنع تدفق التونر إلى الاسطوانة، وبذلك ستخرج الصورة المطبوعة بدرجة لون أغمق؛ مما يعني أنه كلما تم تعديل إعدادات الطابعة إلى طباعة صور أغمق كلما زاد الجهد المستخدم في عملية الطباعة. وعند الطباعة على أغمق الدرجات يكون فرق الجهد كافياً لجعل التونر ينجذب إلى الأجزاء غير المكتوبة من سطح الاسطوانة، مما سيعطى تلك الأجزاء ظلاً خفيفاً في كامل الصفحة.

- **النقل**

تقوم اسطوانة نقل الصورة ذات السطح الحساس (Photoreceptor) بالضغط على الورقة، فينتقل التونر من سطحها إلى الورقة معطياً بذلك الصورة كما أرسلت من الحاسب. وفي الطابعات المتقدمة تستخدم بكرة تمرير (Roller) على الوجه الآخر من الورقة لتشحن الورقة بشحنة معاكسة لشحنة التونر لتجعلها أكثر قدرة على التقاط جزيئات التونر من على سطح الاسطوانة.

- **التثبيت**

عند مرور الورقة على وحدة التثبيت (Fuser Assembly) المكونة من بكرتين، فإنها تقع تحت ضغط عالي؛ ودرجة حرارة تصل إلى ٢٠٠مْ ؛ مما يؤدي إلى انصهار مسحوق البلاستيك وتثبيته على ألياف الورقة.

أما إذا كان مرور الورقة عبر وحدة التثبيت بطيئاً فإن هذا سيتيح وقتاً أطول لبكرة التسخين لصهر التونر على الورقة، إضافة إلى أنه سيجعل وحدة التثبيت تعمل على درجة حرارة أقل. وفي العادة فإن طابعات الليزر الصغيرة زهيدة الثمن تكون سرعة طباعتها منخفضة نتيجة لهذا التصميم الموفر للطاقة مقارنة بالطابعات ذات سرعة الطباعة العالية، حيث تمر الورقة بسرعة كبيرة خلال وحدة تثبيت تتمتع بدرجة حرارة مرتفعة كافية لتثبيت التونر في ذلك الوقت القصير لمرور الورقة.

- **التنظيف**

قد يحدث أن يتبقى بعض من جزيئات التونر على سطح الاسطوانة بشكل عرضي، وذلك في حالات استثنائية، مثل انحشار ورقة في الطابعة أثناء عملية الطباعة، حيث يكون التونر جاهزاً لكي يثبت على الورقة. ونظراً لأن هذه العملية لم تتم، لذا يجب أن يمسح هذا التونر من على سطح الاسطوانة، وتعاد عملية الطباعة من جديد.

الجدير بالذكر أنه يجب عدم استخدام التونر المفقود مرة أخرى، لأنه يكون قد اختلط بالأتربة والزغب الناتج عن الورق، فيؤثر على جودة الصورة. ولأن إعادة استخدام التونر سوف يتسبب في تكون صورة ملطخة الأجزاء، أو تونر غير مثبت جيداً على سطح الورقة؛ وبالتالي فإنه يجب استخدام تونر نظيف للحصول على صورة مطبوعة بجودة عالية.

- **تفريغ الشحنة**

بعد ترسب التونر على الورقة فإن سطح الاسطوانة يمرر على لمبة تفريغ الشحنة. يعرض هذا الضوء الساطع كل سطح مستقبل الضوء؛ مما يؤدي إلى مسح الصورة الإلكترونية السابقة وتهيئتها لعملية شحن كهربائي جديد. عندئذ يمر سطح الاسطوانة على سلك الشحن (Transfer Corona Wire) الذي يعيد شحنها من جديد.

لغة التواصل

تحتاج الطابعة والحاسب المضيف لكي يتم التواصل بينهما أن يتحدثا بنفس اللغة الوصفية للصفحة، وقد كان الحاسب في الطابعات القديمة يرسل مجموعة خاصة من الملفات وشفرة بسيطة تعطي الطابعة بعض المعلومات حول التشكيل الأساسي، كما أن الطابعات - في السابق - لديها أنواع قليلة من الفونتات. أما في وقتنا الحاضر فيوجد المئات من الفونتات التي تجعل الإنسان لا يتردد في طباعة الرسوم المعقدة. ولذلك فإن الطباعات الحديثة تحتاج إلى لغات متقدمة لكي تقوم بالسيطرة والتحكم في المعلومات المتشعبة.

تعد لغة **هيوليت باكرد** المعروفة باسم لغة أوامر الطابعة (Printer Command Language-PCL)، **وأدوبي بوست سكريبت** (Adobe's Postscript) هي اللغات الأولية لطابعة الليزر هذه الأيام. وتعمل أي من اللغتين على تصوير الصفحة بصيغة الناقل (Vector) بدلاً من تصويرها على هيئة سلسلة من النقط، أي صورة نقطية (Bitmap Image).

تأخذ الطابعة صورة بيانات المتجهات وتحولها إلى صفحة نقطية. يمكن من خلال هذا النظام أن تستقبل الطابعة الصفحات المنسقة، وعرض أية صيغة من الحروف أو الصور، كما يمكن للطابعة نفسها أن تنشيء الصورة النقطية، واستخدام درجات أعلى من الدقة.

تستخدم بعض الطابعات صيغة (Graphical Device Interface) بدلاً من (PCL). ينشيء الحاسب المضيف- في هذا النظام - المصفوفة النقطية نفسها، ولذلك فإن المراقب لا يعالج أي شيء، بل إنه فقط يرسل تعليمات النقط على الليزر.

يجب على المراقب - في معظم طابعات الليزر - تنظيم جميع البيانات التي يستقبلها من الحاسب المضيف، والتي تشتمل على الأوامر التي تخبر الطابعة ماذا يجب عليها أن تعمل، ونوع الورق المستخدم، وكيف تختار الحروف المطلوبة.



مسابقة العدد

عدد الإطارات

إطـارات السيارات لها عمـر افتراضي محـدد. قد يختلف هـذا العمر حسب نوع الطريق الذي تسير عليه المركبة. وعندما اشـترى محمود سيارة جيـب جديدة أراد أن يقـوم برحلة برية عـبر الصحراء يقطع خلالها مسافة مقدارها ٢٧٠٠٠ كيلومتر، فـإذا علمنا أن العمـر الافتراضي للإطـار ١٢٠٠٠كيلومتر على الطـرق الصحراويـة، وقد قرر محمـود أن يستخـدم أقل عدد مـن الإطارات في هذه الرحلة، بما في ذلـك الإطارات الجديدة الموجودة أصلاً على السيارة.

فما هو أقل عدد من الإطارات التي يحتاجها لإتمام الرحلة؟ وكيف استطاع التوفير في عدد الإطارات خلال هذه الرحلة؟.

أعزاءنا القراء

إذا عرفت النتيجة فلا تتردد في إرسالها إلى المجلة عبر البريد العادي أو البريد الإلكتروني أو الفاكس، فلعلك تفوز بإحدى الجوائز.

١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة.

٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء.

٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال هاتف، فاكس، بريد إلكتروني.

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله تعالى.

حل مسابقة العدد السابق

عدد الطلاب

من المعطيات المذكورة في السؤال: هناك ٤٨ احتمالاً يكون فيها مجموع رقمي الدرجة متساوياً، كما في الجدول المرفق.
احتمـالات الدرجـة الفردية لمحمود غير وارد لأن الفرق بينها وبين ٥٠ (درجة النجاح الصغرى) يساوي ضعف الفرق بين درجة عصام ودرجة النجاح الصغرى.
البحث عن درجتين يكون الفرق بين كل منهما وبين درجة النجاح (٥٠ درجة) يبلغ الضعف يقودنا إلى الاحتمالين التاليين:
الأول : عصام ٥٩ ومحمود ٦٨
الثاني: عصام ٦٨ ومحمود ٨٦
ولكـن الاحتمـال الأول مرفوض لأن الفرق بين درجة عصام والدرجـة الصغرى مكون من خانة واحدة، لذلك فـإن الاحتمال الثاني هو الصحيح أي

٦٨-٥٠= ١٨

٨٦-٥٠=٣٦

وبالتالي فإن درجة محمود ٨٦ ودرجة عصام ٦٨.

مجموع الدرجات	الدرجات المتشابهة				
١٧	٩٨	٨٩	–	–	–
١٦	٩٧	٨٨	٧٩	–	–
١٥	٩٦	٨٧	٧٨	٦٩	–
١٤	٩٥	٨٦	٧٧	٦٨	٥٩
١٣	٩٤	٨٥	٧٦	٦٧	٥٨
١٢	٩٣	٨٤	٧٥	٦٦	٥٧
١١	٩٢	٨٣	٧٤	٦٥	٥٦
١٠	٩١	٨٢	٧٣	٦٤	٥٥
٩	٩٠	٨١	٧٢	٦٣	٥٤
٨	–	٨٠	٧١	٦٢	٥٣
٧	–	–	٧٠	٦١	٥٢
٦	–	–	–	٦٠	٥١

أعزاءنا القراء

تلقـت المجلـة العديد من الرسائل التي تحمل مسابقة العدد السابق، وقد تم استبعـاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقـة، وكذلـك الرسائل التي وصلت متأخـرة عن الموعد المحدد. وبعد فرز الحلول وإجـراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من:

١- محمد بن عبدالعزيز العثمان/ الرياض

٢- شروق بنت ناصر فهد المنصور/ الرياض

ويسعدنـا أن نقـدم للفائزيـن هدايـا قيمة، سيتم إرسالها لهم علـى عناوينهم، كما نتمنى لمـن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة .

بحوث علمية

« دراسة انتشار مرض الدبدبة الذي يصيب الإبل»

شهدت المملكة في السنوات الأخيرة ظهور مرض غير معروف من قبل أدى إلى نفوق عدد كبير من الإبل في المملكة دون معرفةُ مسبب هذا الداء الخطير. وقد أطلق بعضا من مربي الإبل اسم عام للمرض وهو (الدبدبة) نسبة لصحراء الدبدبة شمال المملكة التي تم فيها اكتشاف الإبل المصابة. وحيث أنه لم يتضح بعد مسبب هذا المرض والطريقة التي ينتقل بها فلقد أطلق عليه اسم عام وهو (متلازمة الدبدبة في الإبل).

وبناءا على خطاب صاحب السمو الملكي ولي العهد نائب رئيس مجلس الوزراء وزير الدفاع والطيران والمفتش العام تم تكوين فريق عمل يتألف من خبراء من **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** وجامعة الملك فيصل وجامعة القصيم للقيام بالأبحاث اللازمة لدراسة هذا المرض ومسبباته واقتراح طرق لمكافحته وعلاجه.

وعليه قامت **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** بتمويل مشروع بحثي رقم١٧٢ - ٢٨ تحت عنوان « دراسة انتشار مرض الدبدبة الذي يصيب الإبل » للباحث الرئيس الدكتور عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرين من جهات حكومية أخرى، عام ١٤٢٩هـ.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة الخصائص السريرية المرضية وأسباب المرض التفصيلية، ومعرفة بعده الوبائي من حيث حجم المشكلة ومدى انتشارها والعوامل المرتبطة بهذا الانتشار وتطوير سبل الكشف عنها عن طريق تطوير اختبارات تشخيصية معملية سريعة و دقيقة وسهلة وذات تخصصية عالية يمكن القيام بها من قبل فنيي المختبرات البيطرية بعد تدريبهم عليها. كما تهدف الدراسة أيضا إلى معرفة المسبب المرضي ودراسته جزيئيا بغرض إيجاد لقاح فعّال ضد المرض.

مراحل الدراسة

تم تقسيم مراحل الدراسة إلى ما يلي:

١- المسح الأدبي.

٢- جدولة عدد من الرحلات الحقلية.

٣- جمع المعلومات، وتصميم الإستبانة للاستقصاء الوبائي

٤- جمع العينات والبيانات.

٥- فحص العينات ودراستها.

٦- المتابعة السريرية.

٧- التجارب على الحيوانات.

٨- تحديد مسببات المرض.

٩- تطوير طرق فحص سريعة.

١٠- البحث عن طرق للعلاج.

١١- وضع تصور لطرق الوقاية من انتشار المرض.

١٢- تطوير للقاح فعال وآمن للوقاية من المرض.

١٣- عقد ورشة عمل.

خطوات تنفيذ الدراسة

قام الباحثون بإنجاز عدة خطوات يمكن توضيحها كما يلي:

١- القيام بثمان رحلات حقلية لصحراء الدبدبة والصمان والسعيرة بمنطقة حفر الباطن.

٢- تصوير المنطقة بالأقمار الإصطناعية باستخدام جهاز الملاحة المعروف بـ (GPS) في عملية المسح الوبائي.

٣- مقابلة العديد من ملاك ومربي الإبل في تلك المنطقة.

٤- زيارة مديريات الزراعة في المنطقة الشمالية الشرقية وأغلب الصيدليات البيطرية.

٥- أخذ مرئيات الأطباء البيطريين والصيدليات البيطرية والمربين عن المرض.

٦- إعداد نماذج الإستبانة لعملية المسح الوبائي للمنطقة، متضمنة: اسم منطقة تواجد الإبل، اسم المالك، الرقم التسلسلي للحالات، العمر، الجنس، الحالة الصحية، الحمل من عدمه (لعينات الإناث)، بالإضافة للمعلومات البيطرية الأخرى. وقد تم حتى الآن تعبئة ٦٢ استبانه، ويأمل فريق العمل إكمالها إلى ١٠٠ خلال الرحلات الحقلية القادمة.

٧- حصر أهم الأعراض المرضية كالتالي:

- بعض التغيرات العصبية من رجفة في الرأس وشلل في الشفة السفلى.
- التواء وتصلب في الرقبة.
- ضعف في جميع القوائم.
- عدم القدرة على الوقوف والحركة والمشي.
- النفوق.

٨- جمع عينات دم وبول وسائل زلالي من الإبل التي تعاني من أعراض المرض ومن الإبل المخالطة لها، وكذلك جمع عينات من الإبل التي ترد للمستشفى البيطري بجامعتي القصيم والملك فيصل.

٩- فحص وتحليل العينات المذكورة وفقا لما يلي:-

- إجراء التحاليل البيطرية والجزيئية للكشف عن الميكروبات البكتيرية أو الفيروسية الممرضة.
- صبغ مسحات من عينات الأنسجة المصابة بصبغة الجرام لمعرفة نوع البكتيريا وزرعها في الأوساط الميكروبيولوجية لعزلها .
- حقن الأنسجة بعد سحنها في أجنة البيض وفئران التجارب بغرض العزل الفيروسي.
- الفحص النسيجي المناعي لعدد من الفيروسات.

- الفحص الجزيئي للكشف عن وجود البكتيريا في وجود بادئات متخصصة (16S primers) وكذلك تعريف وتشخيص بعض أنواع البكتيريا.

- الفحص الجزيئي للكشف عن الميكروبات البكتيرية والفيروسية المسببة لمتلازمة حرب الخليج باستخدام بادئات خاصة بها (GWI primers).

- فحص العينات للكشف عن الطفيليات المرضة.

١٠- جمع عينات تربة وأعشاب من المناطق التي تمت زيارتها وتحليلها للكشف عن العناصر المشعة، العناصر الثقيلة، وأي عناصر أخرى، وكذلك بقايا المبيدات.

١١- تشريح عدد من الحيوانات المصابة.

١٢- عقد ورشة عمل تحت عنوان «متلازمة الدبدبة في الإبل».

نتائج الدراسة

تمثلت أهم نتائج الدراسة في الآتي:

١- بلغت نسبة حدوث المرض في قطعان الإبل ٢,٨٪، ونسبة نفوق الحيوانات المصابة ٧٢٪.

٢- زيادة عدد كريات الدم البيضاء وعدد الحمضيات لعينات دم الإبل المشتبه بها.

٣- زيادة نشاط إنزيمات الكبد، وتركيز الكريتنين واليوريا.

٤- تكثف لمفي حول أوعية المخ مع وجود أجسام اشتمالية داخل سيتوبلازم الخلايا العصبية، وكذلك وجود البلعمة العصبية في عينات أنسجة الإبل النافقة من المرض.

٥- احتقان في القلب ، مع تراكم دهون على الكبد، والتهابات واحتقان بالرئة، فضلا عن وجود فجوات في النسيج الدماغي مشيرة إلى تميع المخ بسبب عدة عوامل غذائية أهمها التسمم بالكبريت أو نقص فيتامين ب١ في حيوانات المراعي نتيجة لتناولها بعض الأعلاف المخزنة أو بعض النباتات الحاوية على إنزيم يحطم فيتامين ب١ (Thiaminase). كما يمكن أن يظهر هذا المرض نتيجة للإصابة بفلاريا الدماغ والتي تؤدي إلى إماعة ونزف بالمخ. وبما إن النسيج العصبي المصاب لا يتجدد فإن هذه الأمراض تترك عاهة مستديمة في الإبل بعد شفائها تتمثل في الرجفة المستمرة في الرأس وشلل الشفة السفلى.

٦- وجود عصويات بكتيريا ليستريا وحيدة الخلية (Listeria monocytogenes) في حالة واحدة في مسحات نسيج المخ والنخاع الشوكي. وعلى الرغم من أن هذه الجرثومة -غالبا- قاتلة، إلا أن الشفاء منها يترك عاهات مستديمة تتمثل في شلل العصب الوجهي (facial nerve) الذي يؤدي بدوره إلى شلل الشفة ورجفة في منطقة الراس.

٧- أظهر الفحص النسيجي المناعي عدم وجود فيروسات مرض حمى الوادي المتصدع، ومجموعة فيروسات فلايفي، والسعار، وفيروسات العائلة نظير المخاطية، التي يمكن أن تسبب أعراضا عصبية والتهاب المخ الليمفي الحاد في الحيوانات. ومازال البحث جارياً لإكمال التشخيص بفحص فيروس مرض نيروبي الغنمي، وفيروس مرض ويسلبورن، وفيروس مرض الدماغ المنقول بالقراد، وفيروس هانتا، وفيروس الخرمة النزوفي. هذا بالإضافة إلى أن جميع العينات التي تم حقنها في أجنة الدواجن ما زالت تحت التجربة ولم تظهر نتائجها بعد.

٨- عدم وجود مسببات أمراض توكسوبلازما قونديياي ونيوسبورا الكلبية.

٩- عدم وجود بكتيريا ممرضة بعينات الدم المجمعة.

١٠- وجود بكتيريا نظير السل الطيرية في أحد عينات البراز .

١١- عدم وجود ميكروبات بكتيرية أو فيروسية في عينات أنسجة المخ والكبد والكلية باستخدام بادئات متلازمة حرب الخليج .

١٢- عدم وجود مستويات إشعاعية غير طبيعية، أو عناصر ثقيلة بنسبة غير طبيعية، أو بقايا للمبيدات الحشرية في عينات التربة، والأعشاب، والمياه.

الخلاصة

عرض الفريق البحثي للدراسة أهم النتائج التي تم التوصل إليها ومناقشتها باستفاضة مع خبراء مختصين من داخل المملكة وخارجها من خلال ورشة عمل لدراسة متلازمة الدبدبة، وذلك لوضع الحلول المناسبة لتحديد هوية هذا المرض والتحكم في انتشاره، وأتفق الجميع على الآتي:-

- عدم معرفة مسبب المرض حتى الآن.
- تنحصر إصابة المرض في الجهاز العصبي للإبل.
- المسبب غالبا فيروس (أو مجموعة مسببات).
- عدم وجود علاقة بين هذا المرض ومتلازمة حرب الخليج.
- انخفاض نسبة الإصابة (٢,٨٪)، مع ارتفاع نسبة نفوق الإبل المصابة (٧٢٪).
- يصيب المرض الإناث دون الذكور من الإبل.

التوصيات

أوصى الفريق البحثي لهذه الدراسة بعدة توصيات هي ما يلي:

- الاستمرار في دعم الدراسة ورصد الحالات.
- محاولة إحداث المرض (محاولة حقن المسبب في إبل سليمة).
- رصد مدى إمكانية انتقاله إلى الإنسان.
- ربط المرض بنفوق الأغنام الذي تم حدوثه في المنطقة.
- الحاجة إلى توعية الملاك بالمرض وطرق التخلص من الحيوانات النافقة، والاحتياطات الواجب إتباعها للمحافظة على صحة الحيوان.
- دراسة بعض الحشرات التي تعمل كناقلات للفيروسات.
- دراسة المواد السامة في النباتات التي تنمو في المنطقة.
- اقتراح طرق الوقاية والتحكم بعد معرفة المسبب.
- تفعيل التعاون والتواصل مع وزارة الزراعة.
- استمرار التعاون مع الهيئات العلمية الدولية التي لها اهتمام بالإبل.
- دراسة حالة أكل الإبل لجثث بعض الحيوانات النافقة.

من أجل فلذات أكبادنا

قوة ضغط الهواء



■ شكل (١)

■ شكل (٢)

لعلك لاحظت أن السيارة تميل وتفقد توازنها عندما يخترق أحد إطاراتها مسماراً أو قطعة معدنية حادة، وذلك نتيجة لتسرب الهواء المضغوط داخل الإطار إلى خارجه، ولعلك تتعجب من قدرة ضغط الهواء في رفع الأحمال الثقيلة المتمثلة في الشاحنات التي تزن عشرات الأطنان، ولو حاولت أنت ومجموعة من الشبان رفع السيارة لما استطعتم، ولكن عندما يضخ الهواء في الإطار فإن السيارة ترتفع تدريجياً.

يسعدنا أن نقدم لكم في هذا العدد تجربة مبسطة توضح كيف يستطيع الهواء المضغوط رفع الأجسام الثقيلة.

الأدوات

مجموعة كتب، وخيط ربط، وبالون أطفال

خطوات العمل

١- ضع البالون على حافة طاولة، بحيث تتدلى فوهته على حافة الطاولة.

٢- اربط الكتب مع بعضها بعض بواسطة الحبل لكي تصبح كتلة واحدة.

٣- ضع مجموعة الكتب المربوطة فوق البالون، شكل (١).

٤- خذ نفساً عميقاً، ثم انفخ بثبات داخل البالون، ماذا تشاهد؟

المشاهدة

نشاهد ارتفاع طرف مجموعة الكتب الموجودة فوق البالون إلى الأعلى بسهولة تامة، شكل (٢).

الاستنتاج

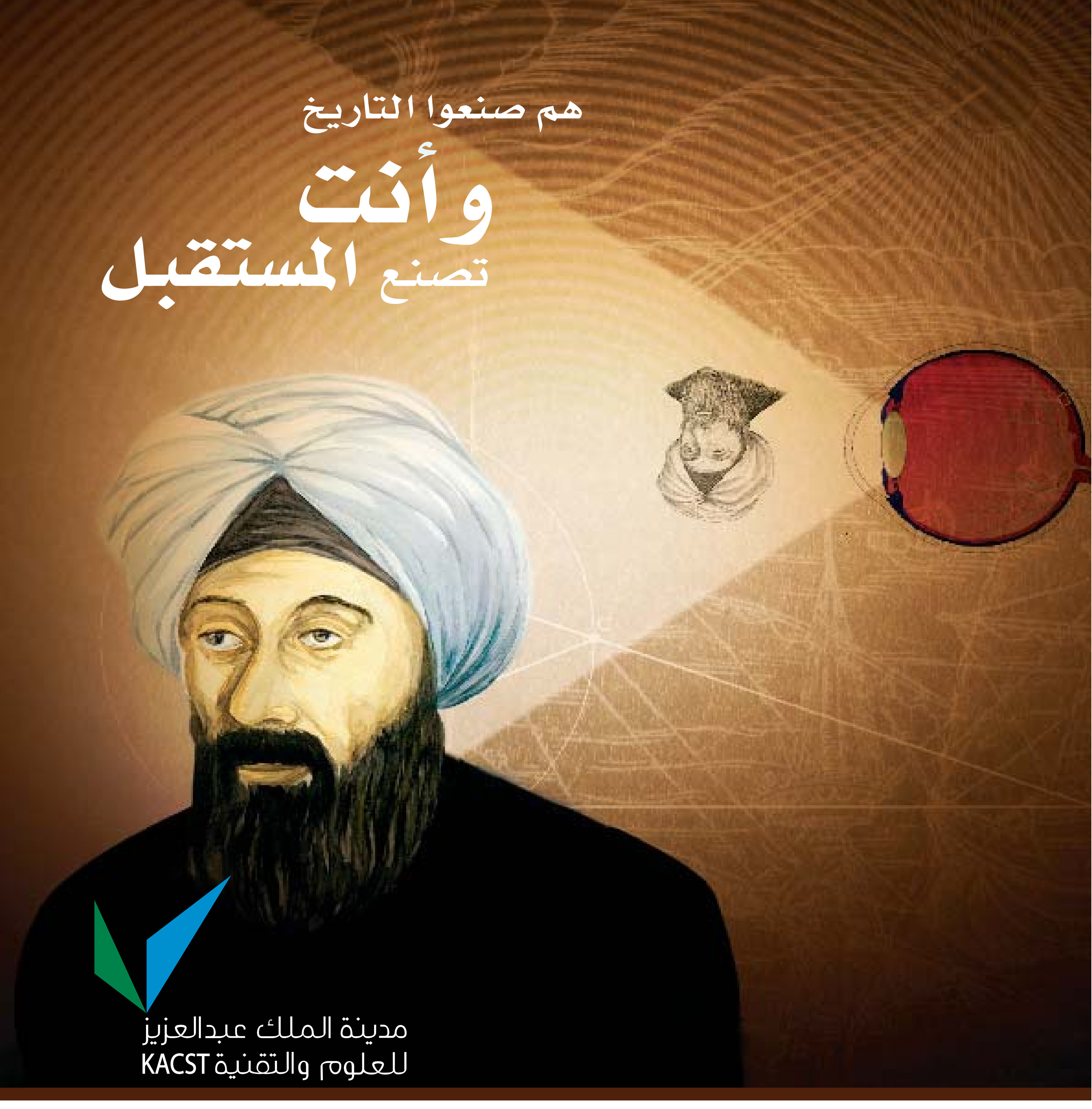
نستنتج أن هناك قوة كبيرة تولدت نتيجة لضغط الهواء داخل البالون أدت إلى رفع الكتب، وهذا هو المبدأ الذي تقوم عليه إطارات المركبات.

نشاط آخر

يمكنك إجراء منافسة بينك وبين زملائك لتحديد أيكم يستطيع رفع كتب أكثر.

المصدر

سلسلة العلماء الصغار، تجارب علمية مسلية في العلوم، دار الرشيد (دمشق- بيروت)



ابن الهيثم

مؤسس علم البصريات

هو محمد بن الحسن بن الهيثم أبو علي البصري ولد في البصرة سنة ٣٦٥هـ (٩٦٥م). عالم عربي لقّب بأمير النور، إذ درس ظواهر إنكسار الضوء وإنعكاسه بشكل مفصّل، وهو أول من أدرك أن الأشعة الضوئية لاتنبعث من العين بل تدخل إليها، كما أرسى أساسيات علم العدسات وشرّح العين تشريحاً كاملاً. وهو أول من قام بتجارب الكاميرا. كما وصف الكاميرا ذات الثقب بعد أن لاحظ الطريقة التي يمر بها الضوء خلال ثقب في مصراعي نافذة، واستنتج أنه كلما صغر ثقب الكاميرا كلما كانت الصورة أفضل وبهذا نشأت أول كاميرا مظلمة والتي تعتبر كسلف للكاميرا الحالية. علماً بأن كلمة الكاميرا هي الأسم المشتق من الكلمة العربية "القمرة" وتعني الغرفة المظلمة بشباك.

شريط المعلومات

زيت شجرة الشاي ونترات الفضة لعلاج الجروح

نجح علماء بجامعة وولفرهامبتون، انجلترا من ابتكار علاج جديد أكثر فعالية لعلاج الجروح الجلدية، يتمثل هذا العلاج في تحضير مستخلص من مزيج زيت شجرة الشاي(Tea tree oil) ، ونترات الفضة (Silver nitrate)، ومن ثم وضعه داخل أجسام كروية صغيرة مصنوعة من الدهون المفسفرة تسمى ليبوسومات (Liposomes)؛ مما يساهم في رفع كفاءة هذا المعقم الجديد في مكافحة الميكروبات، إضافة إلى خفض الأعراض الجانبية الناتجة عن استخدام المعقمات الطبية الحالية .

أوضح **وان لو** وزملاؤه من جامعة وولفرهامبتون أن كلا من زيت شجرة الشاي ونترات الفضة يمتلكان فعالية عالية للقضاء على العديد من الكائنات الدقيقة، وعند مزج المادتين مع بعضهما بتركيزات منخفضة فإن فعاليتهما تزيد في القضاء على الميكروبات .

قام **لو** وزملاؤه بعمل تجارب معملية على الميكروبات الضارة المتسببة في أمراض الجلد، مثل بكتيريا ستافيلوكوكاس أوريوس *(Staphylococcus aureus)* التي تتسبب في حدوث خراجات للجلد، والفطر كانديدا أبيكانس *(Candida albicans)* المسبب لمرض القلاع ، حيث قاموا باستخدام الأجسام الكروية (الليبوسومات) التي قامت بإفراز الليبيدات والدهون على الجدران الخلوية للبكتيريا، ومن ثم انتقل المزيج المكون من زيت شجرة الشاي ونترات الفضة إلى داخل البكتيريا والفطريات في منطقة الجروح وقامت بقتلها .

منحت هذه التقنية للعلماء طريقة جديدة لاستخدام مواد كيميائية مضادة للبكتيريا ذات تركيزات منخفضة، ودرجة سمية أقل لعلاج الجروح الناجمة عن الأمراض البكتيرية والفطرية، والتي ستفتح آفاقا أوسع لمحاربة السلالات الميكروبية المقاومة للمضادات الحيوية والتي تتسبب في حدوث أمراض كثيرة .

المصدر:
www.sciencedaily.com(Mar29,2009)

حساسات نانوية مسامية لتحليل المادة الوراثية

تمكن الباحثون بمركز الهندسة الحيوية وتقنية النانو، التابع لجامعة إلينوي، الولايات المتحدة من ابتكار طريقة سهلة وسريعة لتحليل المادة الوراثية (DNA) والكشف عن تتابعات (Genome Sequencing)، وذلك باستخدام حساسات نانوية مسامية (Nanopore Sensors) مصنوعة من شريط رقيق من أكسيد الألومنيوم، والذي أمكن عن طريقه التحضير لتحليل المادة الوراثية (DNA) (باستخدام جزيء واحد فقط؛ مما سيوفر فرصا أكبر للتشخيص المتقدم للعديد من الأمراض في مختلف المجالات الطبية.

يشير الأستاذ **رشيد بشير** أستاذ الهندسة الحيوية والإلكترونية وهندسة الحاسبات بمختبرات تقنية النانو بالجامعة إلى أن هذه الحساسات النانوية المسامية في حالتها الصلبة أثبتت تفوقها وتميزها من النواحي الميكانيكية والكيميائية والحرارية على مثيلاتها من الحساسات الحيوية، إضافة إلى إمكانية تصنيعها من أشباه الموصلات التقليدية.

قام الباحثون باستخدام تقنية تسمى ترسيب الطبقة الذرية (Atomic Layer Deposition) ؛ بهدف إنتاج طبقة رقيقة جدا من أكسيد الألومنيوم على مادة سيليكون إرتكازية (Silicon Substrate)، ومن ثم تم حفر الجزء الأوسط من السليكون ليتكون شريط فيلمي رقيق يعرف بالغشاء المعلق (Suspended Membrane)، ثم قاموا باستخدام حزمة من الإلكترونات لتكوين ثقب صغير جدا على الغشاء المعلق يعرف بالثقب النانوي (Nanopore) على شكل بلورة نانوية (Nano Crystal) في المنطقة المحيطة بالثقب النانوي؛ وقد نتجت حرارة في تلك المنطقة منبعثة من حزمة الليزر المسلطة نحو الثقب النانوي؛ حيث قامت هذه البلورات الدقيقة بتكوين ثقوب بقطر ٤ إلى ١٦ نانو متر وبسماكة تصل إلى ٥٠ نانو متر.

قام الباحثون باستخدام الثقوب النانوية لأكسيد الألومنيوم لإجراء تجارب على المادة الوراثية (DNA) التي احتوت على ٥٠٠٠ زوج من القواعد، حيث أمكن التحقق من وجود الجزيئات المفردة وتحديدها.

ويختم **بشير** قائلا «أنه لابد من إجراء المزيد من التجارب في هذا الصدد لتطوير ثبات القواعد المفردة (Single Base Resoultion) وتكبير حجمها بدقة، وأن الخطوة القادمة تتمثل في تحديد وقياس الجزيئات الأصغر حجما ذات الأهمية في تحليل المادة الوراثية».

المصدر:
www. Sciencedaily. Com (June 5, 2009)

تسرب البايسيفينول متعددة الكربون من قوارير الشرب البلاستيكية

اشارت دراسة حديثة لباحثين بمدرسة هارفارد الصحية "Harvard school of (public health – "HSPH) التابعة لجامعة هارفارد- بوسطن، الولايات المتحدة- أن تناول المشروبات من العبوات البلاستيكية المصنعة من مادة البولي كربونات والمحتوية على مادة البايسيفينول متعددة الكربون أ (Bisphenol Polycarbonate-BPA) يرفع مستويات هذا المركب في البول مسببا زيادة في اليوريا بالدم؛ مما يؤدي للإصابة بأمراض القلب والسكري.

وتشير الدراسة إلى أن هذه الظاهرة تعود إلى تسرب مادة (BPA)من العبوات البلاستيكية إلى المشروبات المحفوظة فيها، ومن ثم يتناولها الإنسان؛ مما يؤدي إلى ارتفاع تركيز هذا المركب في البول.

تمتاز عبوات البولي كربونات بأنها قابلة للتعبئة وشائعة الاستعمال لدى طلاب المدارس والمستكشفين وعبوات الأطفال الرضع وغيرهم من أفراد المجتمع، ويشار إليها برقم التدوير ٧ (Recycling number7).

ومن الجدير بالذكر أن مادة (BPA)تدخل في تصنيع تركيبات الأسنان الطبية (Dentistry composites)، وورق الألومنيوم المستخدم في حفظ الأطعمة إضافة إلى زجاجات المشروبات الغازية. فضلاً عن ذلك فإن العديد من الدراسات قد أوضحت أن مادة(BPA) تثبط نمو الغدد في الحيوانات، وتسبب النضوج الجنسي المبكر، والنمو المتغير لأنسجة الغدة الثديية، وانخفاض معدل تكوين الحيوانات المنوية والبويضات.

تشير **كارين ميتشيل** أستاذة علم الأوبئة (Epidemiology) بمدرسة هارفارد الصحية وأحد الباحثين في هذه الدراسة إلى أن الشرب من القوارير البلاستيكية المصنوعة من البولي كربونات لمدة أسبوع واحد ترفع معدل مادة (BPA) في البول لأكثر من الثلثين، كما أن تسخين هذه العبوات – كما يحدث في حالة الرضع – يزيد من هذه النسبة.

قام باحثون بمدرسة هارفارد الصحية بقيادة **جيني كارويل** الطالبة بمرحلة الدكتوراه في قسم علم الأوبئة وبالتعاون مع **ميتشيل** وزملاؤها الباحثين بعمل دراسة في أبريل ٢٠٠٩م شملت ٧٧ مشاركا جميعهم طلاب بمدرسة هارفارد الصحية، تناولوا مشروبات غازية باردة داخل قوارير معدنية لمدة ٧ أيام بهدف خفض التعرض لمادة(BPA)، وبعد ذلك تناولوا تلك المشروبات من عبوات بلاستيكية لفترة ٧ أيام أخرى،وقد تم خلال الفترتين الحصول على عينات من بول المشاركين لقياس نسبة مادة (BPA) فيها.

أوضحت النتائج أن تركيز مادة (BPA) في البول زادت بنسبة ٦٩٪ عند استخدام العبوات المصنوعة من البلاستيك؛ مما يؤكد أن تركيز مادة (BPA) في العبوات البلاستيكية أكبر منه في العبوات المعدنية.

وفي هذا الصدد يؤكد الباحثون على ضرورة إجراء المزيد من البحوث نظرا للآثار الضارة الناجمة عن مادة (BPA)على الإنسان؛ مما يدق ناقوس الخطر على صناع القرار بضرورة إيجاد بدائل آمنة صحيا.

المصدر:
www.sciencedaily.com(May22,2009)



ابن خلدون

مؤسس علم الاجتماع

ولي الدين عبد الرحمن بن محمد بن خلدون الحضرمي أحد العلماء الذين تفخر بهم الحضارة الإسلامية، فقد ترك تراثاً مازال تأثيره ممتداً حتى اليوم . ولد ابن خلدون في تونس عام ٧٣٢هـ (١٣٣٢م) وحفظ القرآن الكريم في طفولته. امتاز ابن خلدون بسعة اطلاعه على ما كتبه القدامى وعلى أحوال البشر وقدرته على استعراض الآراء ونقدها، ودقة الملاحظة مع حرية في التفكير وإنصاف أصحاب الآراء المخالفة لرأيه، كان لمؤلفاته عن التاريخ موضوعية. وهو مؤسس علم الاجتماع وأول من وضع أسسه الحديثة.

مع القراء



قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نتقدم لقرائنا الأعزاء بخالص التهاني والتبريكات بمناسبة حلول عيد الفطر المبارك، سائلين المولى القدير أن يتقبل منا ومنكم الصيام والقيام وصالح الأعمال، وكل عام وأنتم بخير، كما يسعدنا أن يستمر تواصلنا معكم من خلال المساحة الضيقة المخصصة لنا في كل عدد، للقاء بكم والإجابة على استفساراتكم وتحقيق رغباتكم حرصاً منا عليكم واعتزازاً بكم، ولأجل ذلك فإن جميع رسائلكم التي نتلقاها منكم، نعمل على تحقيق مضمونها بقدر استطاعتنا سواء كانت طلبات أو رغبات أو اقتراحات كما نأخذ في الاعتبار ما يردنا من عتابكم وحتى نقدكم، سعياً للتطور، وأملاً في الظهور دوماً بالشكل المرضي، فإن قصرنا فمن أنفسنا، وإن أحسنا فمن الله والحمدلله رب العالمين.

الأخ الكريم / كاميران محمد – سوريا

نرحب بك قارئاً جديداً للمجلة وصديقاً لها، ويسرنا إضافتك لقائمة الإهداءات، آملين أن تراها قريباً بين يديك، أما بشأن طلبك الأخر، فإنه يؤسفنا عدم تمكننا من تحقيقه، لأنه ليس من اختصاصنا.

الأخ الكريم / حامد عتيق السميري – الطائف

تلقينا رسالتك باهتمام، ونشكرك على متابعتك لنا، ويسعدنا إدراج اسمك ضمن قائمة إهداءات المجلة، أما بشأن الأعداد المطلوبة، فسيتم تزويدك بها حسب توفرها، آملين وصولها إليك في القريب العاجل.

الأخ الكريم / عدنان يوسف عزايزة – الأردن

نشكرك على تواصلك معنا، ونحمد الله على عودتك إلى وطنك سالماً، ونظراً لأننا نقدر تواصلكم معنا فإنه يسعدنا استمرارية التواصل بيننا، كما يسعدنا تحقيق رغبات القراء بقدر ما نستطيع، أما من حيث تغيير عنوانك فيسرنا التواصل معك على العنوان الجديد، ونشكرك على حسن اهتمامك بالمجلة والحرص على اقتنائها وإشعارنا بتغيير العنوان، كما يسرنا تزويدك بما طلبت من أعداد سابقة للمجلة حسب توفرها.

الأخ الكريم / نور عبدالقادر – الجزائر

نرحب بك قارئاً جديداً للمجلة، ونرجو أن نكون عند حسن ظنك، ويسرنا إبلاغك بأنه قد تم إدراج اسمك ضمن قائمة إهداءات مجلة العلوم والتقنية. راجين وصولها إليك قريباً.

الأخ الكريم / حسن بشير صديق – السودان

نشكرك على مشاعرك الطيبة التي تضمنتها رسالتك تجاه المجلة والقائمين عليها، ونحمد الله على انتظام وصولها إليك، كما يسعدنا تحقيق طلبك في تعديل عنوانك البريدي حسب الموضح في رسالتك، ونشكرك على إشعارنا بعنوانك الجديد، مما يدل على اهتمامك وحرصك الشديد على اقتنائها، آملين استمرار انتظامها ووصولها إليك على العنوان الجديد.

الأخ الكريم / فؤاد محمد علي – مكة المكرمة

تلقينا رسالتك باهتمام، ونشكرك على ما تضمنته من ثناء على المجلة والقائمين عليها، ويسرنا بكل رحابة صدر تعديل عنوانك البريدي حسب طلبك، راجين وصولها إليك قريباً.

الأخ الكريم / أحمد بن عبدالله الحميد – الرياض

أهلاً بك قارئاً جديداً، ويسعدنا تزويدك بالمجلة من خلال إدراج اسمك ضمن قائمة الإهداءات، آملين أن تراها قريباً بين يديك.

الأخ الكريم / ياسر سليمان ضمرة – جدة

نشكرك على تواصلك معنا، ويسرنا تحقيق طلبك في إضافة اسمك إلى قائمة إهداءات مجلة العلوم والتقنية وتحقيق رغبتك في الحصول عليها، آملين وصولها إليك ومن ثَمَّ الإستفادة وتحقيق الأهداف المرجوة.

الأخ الكريم / خضير نور الدين – الجزائر

نشكر لك إعجابك بالمجلة، واهتمامك بالتواصل معها، ويسعدنا إضافتك إلى قائمة الإهداءات الخاصة بمجلة العلوم والتقنية، فأهلا بك قارئاً جديداً.

الأخ الكريم / العياشي شنوف – الجزائر

وصلتنا رسالتك، ونقدر لك اهتمامك وثناءك على المجلة والقائمين عليها، ونرحب بانضمامك إلى قائمة إهداءات مجلة العلوم والتقنية.

الأخ الكريم / عبدالكريم الدخيلي – الجزائر

تلقينا رسالتك باهتمام، ويسرنا تحقيق طلبك في تغيير عنوانك البريدي حسب الموضح في رسالتك، راجين وصولها وانتظامها قريباً.

الأخ الكريم / معتوقي بلقاسم – الجزائر

وصلتنا رسالتك، ونشكرك على مشاعرك النبيلة وحرصك المعرفي من خلال طلبك اقتناء مجلة العلوم والتقنية، ويسرنا بكل سعة صدر أن نلبي رغبتك في إضافتك إلى قائمة قراء المجلة حتى يتحقق الهدف المنشود، آملين أن تصلك قريباً.

الأخ الكريم / عزوز رشيد – الجزائر

أهلاً بك قارئاً جديداً، ونفيدك بأنه لا يمكننا أن نحرم من يتواصل معنا ويسعى للحصول على المجلة، فهي لم تعد وتطبع إلا لتوزع وتهدى لمن بالقراءة والاستفادة منها، ومنكم نمضي قدماً بتواصلكم واهتمامكم، آملين وصولها إليك قريباً.

أنت المستقبل

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST



هم صنعوا التاريخ بأعمالهم بفكرهم وبعلمهم، هم صنعوا التاريخ برغبتهم بإرادتهم وبمثابرتهم، هم صنعوا تاريخنا أمجادنا وحضارتنا، منهم نستلهم وبهم نفتخر، فاعمل واجتهد واصنع لنا مستقبلاً، لتسمو بك الأمة وتزدهر.





حيث تنمو المعرفة